This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

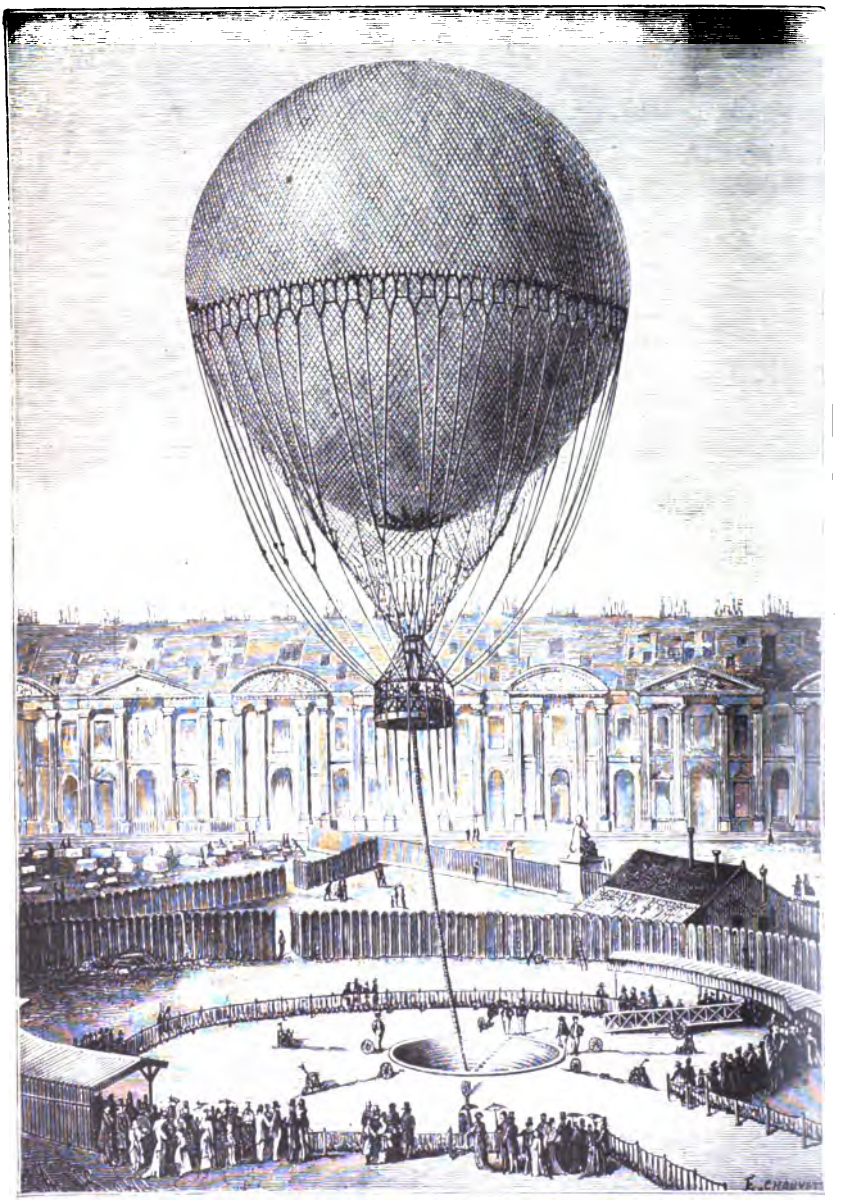
+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

LIBRARY OF CONGRESS

THE LIBRARY OF CONGRESS
1800



LE GRAND BALLON CAPTIF DE M. GIFFARD, AUX TUILERIES (1878).

BIBLIOTHÈQUE

DES ÉCOLES ET DES FAMILLES

28955

PROMENADES

DANS LES NUAGES

PAR

C. DELON

JUN 4 1931
U.S. BUREAU OF EDUCATION

Ouvrage illustré de nombreuses gravures

PARIS

LIBRAIRIE HACHETTE ET Cie

79, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 79

1881

Droits de propriété et de traduction réservés

TL 610
.D4

A

M. GASTON TISSANDIER

By Transfer
NOV 16 1925

PROMENADES

DANS LES NUAGES

INTRODUCTION

LE CIEL, L'AIR ET LES NUAGES

I

Par une belle journée d'été, quand le temps sera très clair et absolument sans nuages, chose encore assez rare dans nos climats, du sommet de la colline, en face d'un site large et bien découvert dans tous les sens jusqu'aux lointains de l'horizon, contemplez le vaste espace du ciel. Parcourez-le lentement du regard, en haut et en large, comme pour en mesurer l'étendue et la profondeur, comme pour baigner bien vos yeux de cette merveilleuse teinte bleue, si vive et pourtant si tranquille, si douce, si reposante pour l'œil. Le ciel vous apparaît comme une voûte immense. Vous vous imaginez être assis sous une coupole de cristal bleu, qui s'élève à des hauteurs effrayantes au-dessus de votre tête, s'arrondit en s'inclinant également tout autour de vous, et repose par son bord sur le cercle des lointains. L'impression de cette forme voûtée est si vive et si nette qu'il est impossible de s'en défendre. Puis vous comparez les nuances diverses de la couleur azurée qui la teint. Vous observez que le bleu est plus intense et plus foncé à l'opposé du so-

leil. Du côté du soleil la blanche clarté de l'astre, qui nous force à baisser les yeux, éclaircit l'azur céleste. Tout autour, vers l'horizon, de légères vapeurs l'affaiblissent aussi graduellement et le voilent d'une demi-transparence blanchâtre qui en tempère l'éclat.

La voilà donc, vous dites-vous, cette fameuse *voûte céleste*, ce *ciel* où tant de choses merveilleuses se passent en réalité, — et où l'imagination des hommes d'autrefois, non contente de celles-là, en a mis, en outre, tant d'autres qui n'existaient pas! Voilà la vaste scène où se jouent les féeriques illusions de la lumière, et les changements à vue des nuages; puis aussi les combats retentissants des orages, les grands drames de la tempête... Pour le moment, elle est vide, à part le soleil qui l'inonde de ses rayons.

Mais dans quelques heures à peine son aspect aura bien changé; le spectacle se renouvelle toujours, et ne recommence jamais. Le *fond* du ciel, tout d'abord, varie de teinte suivant les heures du jour, les saisons, les accidents de la lumière : les nuances se succèdent, toujours harmonieusement fondues. Tantôt c'est une clarté doucement rosée, qui s'étend comme un *glacis*[1] transparent par-dessus le bleu intense, sans s'y mêler; ou bien des reflets violets, ou encore, vers le soir, au coucher du soleil, des teintes verdâtres à l'horizon de l'occident. Le plus souvent de légères vapeurs blanches vaguement répandues dans l'air adoucissent, délaient pour ainsi dire la couleur bleue. — Quant aux splendeurs de l'aurore, quant aux magnificences plus douces d'un beau coucher de soleil, personne n'a pu trouver de mots pour les rendre. Si je vous dis l'orbe agrandi en apparence et tout rouge du soleil se plongeant dans les vapeurs embrasées, l'incendie gagnant tout un côté du ciel, les nuages du couchant bordés de traits de feu, ruisselants d'or liquide, tandis qu'à l'opposé dans le bleu

1. Couche de couleur légère et transparente, étendue par-dessus une autre couleur.

transparent flottent des nuées plus légères, mollement frangées de rose et de pourpre... Non, non! inutile! Le peintre lui-même, si grand que soit son talent, ne peut en donner qu'une faible idée; car s'il a sur sa palette les plus vives et les plus fraîches couleurs, il n'a pas de feu, il n'a pas de rayons de lumière!

Mais de toutes ces choses changeantes, les plus changeantes encore sont les nuages. — Que dire des nuages? Je cherche ce que j'en dirais bien, qui fût vrai — et dont le contraire ne fût pas vrai aussi. Si même le peintre veut saisir, pour la fixer sur sa toile, l'image d'une nuée qui passe au ciel, il a beau se hâter, avant que le portrait soit fini, il a cessé d'être ressemblant. Les contours ont changé, la lumière l'éclaire autrement; ce n'est déjà plus le même nuage, c'est un autre. Comment dépeindre ce qui réunit tous les contrastes?

Tantôt les masses de vapeurs entassées semblent si épaisses et si denses qu'on croirait des blocs solides; tantôt demi-transparentes et ténues, on dirait qu'elles vont s'évanouir dans le bleu de l'air. Tantôt, large et continue, la couche de nuées couvre tout le ciel, ou d'un lourd manteau gris et terne, troué et rapiécé par endroits, ou bien, au contraire, d'un voile de gaze diaphane et flottant qui ondule à grands plis; et tantôt ce sont des amas isolés, épars, comme des îlots se détachant sur le champ[1] d'azur vif. Certains nuages chargés de pluie ont leurs contours mal terminés, effrangés; ils sont *effilochés* à leurs bords, disent les marins, qui les comparent à des lambeaux de vieilles voiles, déchirées, arrachées par la tempête; d'autres ont leurs bords nettement tranchés, souvent arrondis et *ballonnés*, comme seraient des masses de coton foulé. — Par une triste journée de novembre vous avez vu les nuages ramper près de terre; il semble alors que le plafond surbaissé va s'écrouler sur nos têtes, et on dit que *le ciel est bas*. Et vous

1. Fond.

avez vu aussi des *nuelles* légères, en un ciel clair et pur, flotter dans l'air à des hauteurs insondables. Rarement un gros nuage immobile persiste obstinément, avec le même aspect, pendant des heures entières; souvent plutôt on voit les nuées courir, traverser le ciel, emportées par un souffle de tempête, comme un vol immense de grands oiseaux gris. — Que dirai-je de la couleur des nuages, ici d'un gris terne et plombé, là noirs comme la nuit; ailleurs d'un blanc léger et doux, quelquefois étincelants de clarté, réfléchissant des blancheurs éblouissantes, comme la neige aux rayons du soleil?

Parmi ces formes changeantes, l'imagination se plaît à saisir quelques traits fugitifs rappelant des objets connus. On voit tout dans les nuages, tout ce qu'on veut bien voir... des châteaux, des tours en ruines, des arbres au feuillage touffu, et des profils d'animaux, de monstres grimaçants. Une des formes les plus belles et les plus ordinaires, c'est celle de *montagnes de nuages* entassées à l'horizon. Parfois l'illusion est complète et merveilleuse. —Ne voyez-vous pas, là-bas, derrière la colline, se dresser des pics hardis qui n'y étaient point hier? C'est la chaîne immense qu'une fée vient de créer, d'un coup de sa magique baguette, avec des vapeurs enlevées aux réservoirs des mers, et des rayons de lumière pris au trésor du soleil. Voyez : leur base s'appuie sur les lointains; des contreforts sombres, étagés les uns derrière les autres, étaient leurs flancs grisâtres. Sur les sommets qui pointent dans le ciel bleu s'étale comme une nappe la blancheur des neiges éblouissantes. Ici on dirait un glacier qui descend sur la pente, là le trait sinueux d'un torrent écumant; du rocher aigu une masse neigeuse surplombante se détache et s'écroule en énorme avalanche... Vous n'avez pas vu les Alpes? La fée vient de les dessiner là-bas pour vous, plus majestueuses et plus poétiques qu'elles ne peuvent être en réalité! — C'est surtout le soir, après une belle journée et quand l'air est tranquille, qu'on voit vers l'horizon s'étendre de grandes bandes de nuages, des raies étroites et horizontales,

tantôt cendrées, tantôt blanchâtres. Souvent, assis sur les rochers du rivage, j'ai longuement contemplé ces grandes raies sombres qui se détachaient sur le ciel clair, après le soleil couché, au-dessus de la mer. Quelquefois de légères vapeurs effaçaient, dans la lueur du couchant, la ligne de l'horizon, et le ciel semblait continuer la mer, comme un océan sans limite, montant, se perdant dans l'infini... Alors les raies de nuages devenaient les îles de cette mer lumineuse, ou des rivages lointains, découpés de caps et de baies.

Mille fois, n'est-ce pas, vous avez admiré, par une claire journée, quand le vent qui régnait le matin tombe vers le midi, le ciel tout ouaté de petites nuelles blanches et floconneuses, semblables à de la laine cardée, souvent semées avec une étonnante régularité. L'enfant de nos grèves compare le réseau qu'elles forment aux petites rides régulièrement entrecroisées que la mer laisse en se retirant sur le sable humide; le pâtre, en les voyant, pense à ses troupeaux et dit que *le ciel est à moutons.*

. . . . . .
. . . . . .
« Mais sous l'aquilon qui les roule
» En mille plis capricieux,
» Murs, palais, temples, tout s'écroule,
» Tout fond dans le vide des cieux;
» Ce n'est plus qu'un troupeau candide
» Qu'un pasteur invisible guide
» Dans les plaines de l'horizon,
» Sous ses pas l'azur se dévoile
» Et le vent d'étoile en étoile
» Disperse leur blanche toison. »

Ainsi disait, décrivant les aspects fantastiques des nuées et leurs illusions changeantes, un de nos grands écrivains, Lamartine; et vous voyez que le poète a simplement traduit en vers charmants la naïve et gracieuse *métaphore*[1] que nos enfants de la campagne avaient bien trouvée sans lui.

1. Comparaison, expression figurée.

Mais tandis que l'enfant et le poète se complaisent en ces ingénieuses comparaisons, le savant, l'observateur ne s'en tient pas là. Tout d'abord il tâche de démêler dans ces figures variées les aspects les plus remarquables et les plus caractéristiques[1]. Puis il veut connaître la nature intime de ces vapeurs; il se demande d'où elles viennent, comment elles se forment et se condensent; quelle force les chasse à travers l'espace, d'où elles tirent le feu qui fait l'éclair, comment elles se transforment en pluie, en neige, en grêle dévastatrice. Après la contemplation il veut l'explication; en un mot, il cherche à former *une science.*

II

La science des phénomènes qui se passent dans l'atmosphère a reçu le nom de *météorologie*, parce qu'on avait donné à ces phénomènes eux-mêmes le nom de *météores :* science vaste et variée, l'une des plus attrayantes pour l'imagination, et en même temps l'une des plus utiles.

Quoi de plus varié en effet, quoi de plus attrayant pour un esprit observateur, qui aime à se rendre compte des causes : les mouvements de la chaleur et les jeux de la lumière dans

1. Il y a déjà longtemps qu'on a essayé de faire une *classification des diverses formes des nuages.* Mais comme les observateurs d'alors, — qui n'étaient jamais allés dans les nuages, et ne les avaient vus, comme vous, que d'en bas, — ne connaissaient pas bien encore la formation de ces amas de vapeurs condensées, ils avaient classé les nuages, non pas selon leur nature, mais simplement *selon leur aspect*, leur donnant des noms extraits du latin, et qui en expriment l'apparence. Le mot de *cumulus* (en latin *entassement*) désigne ces amas de vapeurs entassées, épaisses, qui souvent prennent les formes bizarres de ruines, de monstres, de montagnes. Les nuages en forme de raies traversant le ciel horizontalement reçurent le nom de *stratus* (en latin *couche*), qui exprime leur situation; et ces légères nuelles qui flottent haut dans l'air, plumeuses ou cotonneuses d'aspect, effilées, moutonnées, portent le nom de *cirrus* (ou *cirrhus*) qui signifie *flocons.* Enfin un nuage gris, épais et sombre, bas, prêt à fondre en pluie, quelle que soit sa forme, est appelé *nimbus* (*nuage pluvieux*). — Il importe de retenir ces noms, fort usités dans les descriptions.

l'atmosphère, la formation des nuages, l'origine des pluies et des neiges, des orages et de la foudre, des vents et des tempêtes! Et quoi de plus utile à connaître, puisque notre vie à tous dépend, directement ou indirectement, de ces phénomènes, tantôt bienfaisants et tantôt redoutables. Et déjà vous avez compris quel intérêt nous avons à savoir ce qui se passe là-haut! — Connaître la cause et la marche de tous ces phénomènes, cela conduirait à les prédire, — comme on peut prédire à coup sûr le point du ciel où devra apparaître un astre quand on connaît son *orbite*. Pouvoir *prédire le temps*, ne fut-ce que cinq ou six jours à l'avance, pour les agriculteurs quelle chose importante! Et pour les marins, les pêcheurs de nos côtes! — La seule connaissance de la marche des vents et des *tempêtes tournoyantes*, découverte il y a quelques années seulement, a déjà sauvé la vie à des milliers de navigateurs. — Prédire le temps! Ah! nous sommes bien loin de là encore! Y arrivera-t-on jamais? Sans doute, *dans une certaine mesure* du moins, quand nous serons plus savants. Mais la météorologie est une science si difficile et si compliquée, si peu avancée encore! Or, parmi les causes qui rendent ces études difficiles, il en est une que vous allez comprendre tout de suite : c'est que la plupart de ces phénomènes qu'il s'agit d'observer se passent bien haut, bien haut au-dessus de nos têtes! Comment expliquer ce que l'on ne peut voir que de loin? Plus d'un, parmi les savants du dernier siècle, fatigué, découragé de lever en vain la tête et de sonder en vain l'espace, s'est dit avec envie : « Ah! si on pouvait y aller voir! »

Ce n'est pas d'aujourd'hui, comme bien vous le pensez, que les phénomènes merveilleux de l'atmosphère ont frappé l'imagination et attiré la pensée des hommes. Dès qu'il y eut des yeux humains pour contempler le ciel, il y eut aussi des cervelles humaines qui se creusaient pour tâcher d'expliquer ce qu'on voyait là-haut. Pourtant la *météorologie* est une science toute moderne : je vais vous dire pourquoi.

Les hommes des temps anciens ne pouvaient pas se faire une idée juste de l'atmosphère ni des phénomènes qui s'y passent, parce qu'ils se faisaient une idée très fausse de l'ensemble de l'univers. Or tout se tient. Comment connaître le ciel, quand on ne connaît pas même la terre? Chaque homme, alors, chaque nation ne connaissait guère que son pays et les contrées environnantes; tout naïvement, ces gens s'imaginaient que le monde finissait là... Se fiant à leur première impression, ils se figuraient la terre plate. Puis cette terre où ils vivaient leur paraissait, — et c'était bien naturel, — une partie importante de l'univers, la plus importante même, le *gros œuvre*, pour ainsi dire, de l'édifice. Pour eux, l'univers était en trois parties. Au milieu, la terre, vaste, plate, dis-je, entourée d'eau peut-être, peut-être flottante. Au-dessus s'étendait le ciel, en voûte, posé comme un immense couvercle... c'était la région supérieure, la région de la lumière et de la splendeur; la région des nuages, du soleil et des étoiles : — car ils mettaient tout cela ensemble, et ne distinguaient point l'atmosphère du *ciel des astres*, de l'espace infini. Puis, alors, là-bas, sous la terre, sous les fondements de l'édifice, à la cave, pour ainsi dire, ils imaginaient je ne sais quels abîmes noirs, comme des cavernes immenses : les *enfers*, en latin *inferi*, lieux *inférieurs;* en grec *hadès*, le sombre ; en hébreu *schéol*, le souterrain : espaces ténébreux et maudits. Quant à l'air, pour eux, c'était *rien*... ou du moins ils ne pouvaient pas s'imaginer que ce fût réellement une matière. Prenant au propre la voûte du ciel, ils se représentaient souvent les étoiles comme de petites lampes accrochées là haut... puis deux grands flambeaux, allumés tout exprès pour éclairer la terre : le flambeau du jour, le soleil; et le flambeau de la nuit, la pâle lune. A cette explication toute naïve des choses, il y avait bien quelques difficultés... on s'en tirait comme on pouvait! Tout d'abord, par exemple, voici le soleil que l'on voit se coucher le soir, d'un côté de la terre, et qui se lève, le lendemain, à l'opposé...

Il fallait bien imaginer que, pendant la nuit, il faisait le tour, en dessous, invisible, sans doute à travers les noires cavernes de l'abîme, pour ressortir au matin de l'autre côté. Et puis les habitants des côtes le voyaient fort bien, au coucher, se plonger dans l'Océan : ils prétendaient même qu'on entendait le frémissement, au moment où il s'y enfonçait, comme d'un fer rouge qu'on plonge dans l'eau... — « Mais à ce compte leur soleil va s'éteindre ! » vous écriez-vous. — N'est-ce que cela? Les anciens Hindous, hommes ingénieux, y avaient bien pensé; mais ils avaient trouvé moyen de se tirer d'affaire : ils avaient inventé... deux esprits célestes, chargés de rallumer le soleil tous les matins, au sortir des eaux !

Je dois vous dire que dès l'antiquité, si les gens du peuple se contentaient d'explications de cette force-là, les savants, les penseurs,— et dès lors il y en avait, — ne s'en trouvaient pas satisfaits : ils cherchaient autre chose. Ils observaient déjà; ils raisonnaient; et la science, petit à petit, commençait à se former. Ainsi dans l'antiquité il y eut des philosophes, des géomètres qui découvrirent la vraie forme, la forme sphérique de la terre, et même la mesurèrent par à peu près. Ils soupçonnaient du moins, s'ils ne pouvaient la mesurer, la grosseur énorme et l'immense distance du soleil, des étoiles. Mais, trompés par les apparences et trop hâtés de conclure, ils gardaient encore la terre immobile au centre du ciel. — La terre n'étant plus plate, il ne suffisait plus d'une demi-sphère pour la couvrir comme d'une cloche : ils se figurèrent alors le ciel comme une sphère entière, creuse, au milieu de laquelle était la terre. Et à cette sphère ils imaginèrent les étoiles attachées. Or comme les étoiles semblent tourner toutes ensemble, se levant d'un côté se couchant de l'autre, on se disait que cette sphère du ciel tournait tout d'une pièce, avec ses étoiles, autour de la terre. Mais alors... autre difficulté. Comme le soleil, la lune, les planètes, ne paraissent pas tourner du même mouvement que les étoiles, mais avec des vitesses diffé-

rentes, une seule sphère ne suffisait plus : il fallut en imaginer *sept*, — autant que de planètes alors connues, — emboîtées les unes dans les autres, et chacune tournant à sa façon, chacune ayant, fixée contre elle, comme un clou doré dans une voûte, une des planètes... Enfin, puisque à travers toutes ces sphères des planètes on voyait les étoiles, plus éloignées, il fallait bien que ces sphères fussent transparentes : et on les disait de *cristal!* — Je n'en finirais pas s'il fallait vous exposer tous les systèmes qu'on imaginait pour rendre compte des phénomènes observés. Du moins sachez encore que, non-seulement dans l'antiquité, mais pendant tout le moyen âge aussi, les hommes les plus instruits avaient seuls quelque idée de ces *systèmes* — déjà plus rapprochés de la vérité, puisque la forme réelle de la terre était reconnue; et que non-seulement les gens du peuple, mais aussi nombre de personnages qui se donnaient pour savants, et imposaient volontiers leurs idées aux autres comme choses indiscutables, en étaient restés à l'antique voûte bleue, et aux noires cavernes sous la terre.

III

Or voilà qu'un beau jour,— il n'y a pas déjà tant de siècles,— la belle voûte bleue du ciel s'écroula avec fracas; les sphères cristallines aussi se brisèrent... Ce fut une immense débâcle, qui entraîna bien d'autres ruines. Qui a fait le coup ? Ah! une audacieuse, une téméraire : la *science*, qui venait de naître à peine! — Vous comprenez ce que j'entends dire par toutes ces *métaphores*. Quand par l'observation on eut appris, sans plus pouvoir douter, que la terre n'était pas la partie essentielle et la plus importante, la grosse pièce de la machine de l'univers, mais qu'elle est, au contraire, un tout petit globe, comme un point perdu dans l'espace; qu'elle n'était point au centre du monde, immobile; que le soleil, la lune, les étoiles ne tournaient point autour d'elle, mais que c'est elle qui tourne autour du

soleil, planète parmi les planètes, et non pas même des plus grosses ; quand on sut que les étoiles se comptent non plus par milliers seulement, mais par millions, peut-être par milliards, qu'elles sont situées à des distances incommensurables, effrayantes pour l'imagination; que les étoiles sont d'énormes soleils, et que le soleil lui-même est une des étoiles... alors on ne pouvait plus se représenter le ciel comme une voûte ni comme une sphère de cristal. Tous les anciens systèmes, créés par l'illusion des sens, par l'imagination, s'évanouissaient nécessairement; et à la place il restait — la réalité; la réalité mille fois plus belle, plus grandiose que tout ce que les hommes avaient osé rêver, plus *poétique* que tout ce que les poètes avaient chanté : l'infini de l'espace, le ciel sans limite, les mondes sans fin ni nombre, tournoyant en rondes immenses; le temps s'agrandissant comme l'étendue, jusqu'à l'infini.

Tout ce grand changement dans les idées, préparé depuis longtemps, s'accomplissait vers le XVIe siècle, à l'époque de Copernic et de Galilée. On avait compris que, pour savoir la vérité sur les choses de la nature, il fallait non pas imaginer, mais observer. Et tout de suite on se mit à faire des observations et des expériences. De ces expériences continuées jusqu'à nos jours et qui se font chaque jour encore, il résulte pour nous des connaissances *positives*, qui pourront s'étendre, s'agrandir, se rectifier même, — mais qui ne s'écrouleront pas.

En ce qui concerne l'air et les phénomènes qui se passent dans l'air, objet de notre présente causerie, il était devenu désormais impossible de confondre le *ciel des nuages* avec le *ciel des étoiles*, l'atmosphère avec l'espace sans borne où flottent les soleils. Il ne vint plus, tout d'abord, en l'idée de personne de douter que l'air ne fût bien réellement une *matière;* matière très légère, il est vrai, excessivement mobile, *subtile* comme on disait autrefois, échappant facilement aux yeux, insaisissable à la main. — L'air, dis-je, échappe au regard ; non pas toujours cependant : dans certaines conditions on peut

l'apercevoir. Je vous ferai *voir* de l'air, comme on voit de l'eau... Il est insaisissable; pourtant il n'échappe pas complètement au toucher non plus, car on sent très bien à la joue, à la main, l'impression d'un souffle, le frôlement du vent, c'est-à-dire le choc de l'air en mouvement, lancé contre notre corps. L'air est ce qu'on a appelé une matière *gazeuse*, un *gaz* (ou plutôt, comme nous le verrons bientôt, un mélange de plusieurs gaz). Nous connaissons, en outre, plusieurs autres gaz, légers, mobiles, insaisissables comme lui. — On se fait une idée de la manière d'être d'un gaz en le comparant avec un liquide. Tandis que l'objet *solide* garde sa forme, fait sentir une résistance très forte sous le doigt qui le presse, le liquide est chose excessivement mobile. Le liquide n'a pas de forme à lui; il coule, il fuit, il se répand, échappe entre les doigts, suinte par les plus petites fissures, s'agite sous le moindre choc, ne résiste pas sensiblement si on y enfonce le doigt. Le gaz offre des propriétés semblables, mais poussées à l'extrême: beaucoup plus léger, il est infiniment plus mobile aussi, plus fluide, plus difficile à retenir prisonnier; il filtre à travers des *pores*[1] imperceptibles, et, s'il est en liberté, se répand en tous sens, se disperse, se dissémine; le moindre effort l'agite avec vitesse, et la main qui le fend n'éprouve pas de résistance appréciable. Les gaz se distinguent par d'autres propriétés encore; mais celles-ci du moins sont les plus apparentes, celles qui frappent à première vue.

Et maintenant une telle matière, si insaisissable, si subtile, un gaz, l'air enfin, est-il, peut-il être chose *pesante?* Les anciens disaient non; s'en rapportant à la simple apparence, ils étaient persuadés que l'air était chose *absolument légère*, c'est-à-dire aucunement pesante, de poids absolument nul. Un célèbre philosophe de l'ancienne Grèce, Aristote[2], homme fort habile et savant pour son temps, entreprit de vérifier la chose. Et pour

1. Petits trous, petits interstices.
2. 350 ans avant J.-C.

ce il imagina de peser une vessie, d'abord vide et flasque, puis gonflée d'air ; il ne trouva aucune différence. Et alors il conclut que l'air n'était pas pesant. Mais il avait mal disposé son expérience, et il se trompait dans son raisonnement. Plus tard, au XVIIe siècle, on s'y prit mieux, et on trouva qu'en réalité l'air est pesant. Si donc nous disons encore aujourd'hui que l'air est une matière légère, nous n'entendons plus par là, comme les anciens, qu'il n'a aucun poids, mais tout simplement qu'il est moins lourd que la plupart des autres matières, moins lourd que les substances solides ou liquides. Et non-seulement l'air est pesant, mais il n'est pas difficile, aujourd'hui, de savoir combien il pèse. Et comment? D'une manière bien simple. On peut peser l'air absolument comme on pèserait toute autre matière, un liquide par exemple. Dites-moi comment vous vous y prendriez pour peser un litre d'eau, et je vais vous dire comment on s'y prend pour peser un litre d'air. — « Pour savoir le poids d'un litre d'eau, — si je l'ignorais, — dites-vous, le procédé est très facile. Je mets une bouteille de litre, *vide*, dans le plateau de ma balance ; dans l'autre plateau des poids pour lui faire équilibre : cela s'appelle *faire la tare*. Puis je remplis d'eau ma bouteille, et je regarde combien il me faut ajouter de poids dans le plateau opposé pour redresser la balance. Je vois que j'ai dû ajouter 1 kilogramme ; et je dis : tel est le poids d'un litre d'eau. » Fort bien. Donc, moi de même, pour connaître le poids d'un litre d'air, je prendrai une bouteille, et pour simplifier, si vous voulez, j'en choisirai une contenant exactement un litre. Je la pèse d'abord vide...

Mais bien vite, ici, une observation. — L'air qui nous environne pénètre partout, remplit tout. Quand nous disons vulgairement qu'une bouteille est vide, en réalité elle n'est pas vide du tout ; elle est pleine... Elle est pleine d'air ! Si vous versez, par exemple, le vin d'une bouteille, à mesure que le liquide sort, l'air entre. La difficulté, ici, c'est justement de se procurer une bouteille vide... j'entends réellement, absolument

vide, dans laquelle il n'y ait rien, ni air, ni aucune autre matière. Or il y a un peu plus de deux cents ans, un savant ingénieux a imaginé le moyen de *faire le vide* dans un vase de forme convenable; et ce moyen consiste à *aspirer*, à épuiser l'air contenu dans ce vase à l'aide d'une *pompe à air*, absolument comme on épuise l'eau d'un réservoir avec une pompe ordinaire. Seulement cette pompe à pomper l'air, que l'on appelle une *machine pneumatique*, doit être construite avec un soin tout particulier. Et de plus, elle doit être ajustée bien exactement au vase duquel il s'agit de retirer l'air, sans qu'il y ait le moindre passage, la plus petite fissure : sinon, l'air du dehors, léger et subtil, rentrerait invisible par cette porte mal gardée, à mesure qu'on ôterait celui du dedans avec la pompe. Cela bien compris, le reste est facile. On choisit un flacon de cristal, ordinairement de forme ronde, et dont le goulot porte, bien exactement scellé, un robinet de cuivre fermant parfaitement. On visse le robinet sur le tuyau d'aspiration de la machine pneumatique; on pompe, on pompe à grands coups; l'air du flacon, aspiré, sort à mesure par le robinet, qui est ouvert; quand il est épuisé aussi complètement que possible, on ferme le robinet. On peut maintenant dévisser le flacon, le séparer de la pompe, le transporter, le manier à son gré : l'air ne peut pas rentrer. Prenons donc ce flacon véritablement vide; posons-le sur le plateau d'une balance très sensible. Pesons-le exactement. Cela fait, tandis que la balance est en équilibre, ouvrons le robinet : par cette voie offerte, l'air s'élance avec rapidité, il rentre; en un instant le flacon est rempli. Or la balance penche... donc l'air,— cet air qui vient de rentrer,— est pesant. Et maintenant ajoutons dans le plateau opposé des poids pour redresser le fléau. Nous avons supposé le flacon de la capacité d'un litre juste; il nous faudra ajouter, pour rétablir l'équilibre, 1 gramme 3 décigrammes. Donc un litre d'air — *dans les conditions ordinaires*, — pèse 1 gramme 3 décigrammes [1].

1. Environ. Ce poids varie légèrement suivant la température, l'humidité, etc.

— J'ai eu soin d'ajouter : un litre d'air *dans les conditions ordinaires*, tel que nous le trouvons, vous et moi, autour de nous : vous comprendrez plus tard pourquoi j'ai fait cette réserve.

Un gramme 3 décigrammes, c'est peu de chose, direz-vous. Et pourtant... Tenez, calculons. Un mètre cube contient *mille litres;* 1 mètre cube d'air pèse donc 1 kilogramme 300 grammes environ. Supposons une chambre très ordinaire; elle aura si vous voulez 6 mètres de long, 4 de large, sur une hauteur de 3 mètres : elle contient 72 mètres cubes d'air. Par une simple multiplication j'obtiens le poids de cette masse d'air : 93 kilogrammes 600 grammes — presque 100 kilos, un quintal! Vous êtes étonné, n'est-ce pas? C'est, direz-vous, bien plus que le poids d'un homme ordinaire. En sorte que si j'imagine un habitant dans cette chambre, de lui ou de cet air invisible, c'est l'air qui pèse le plus!

Voilà que vous commencez à vous faire une idée juste du poids de l'air. Vous verrez bientôt combien de ce simple fait, — l'air pesant, — il résulte de conséquences importantes et de phénomènes curieux. — Si jamais il nous est donné de *voyager dans les nuages*... c'est que l'air est pesant!

Examinez entre le jour et votre œil une carafe d'eau filtrée, bien pure et bien limpide; elle est d'une transparence parfaite, et c'est à peine si vous vous apercevez que le vase de verre est plein. Cette eau vous paraît absolument incolore. Mais l'eau réunie en grande masse dans un vaste réservoir ou dans le lit profond d'un lac offre aux yeux une teinte verdâtre très sensible. L'eau n'est donc pas complètement incolore; en réalité, elle a une teinte verte; seulement cette teinte est si faible qu'elle demeure imperceptible quand la lumière qui arrive à nos yeux n'a traversé qu'une petite épaisseur de liquide; elle devient visible dès que l'eau est réunie en masse considérable, sous une grande épaisseur. — L'air qui nous

entoure, l'air qui baigne les objets nous a paru *invisible* et d'une transparence parfaite; et lorsque nous avons, par exemple, une cloche de verre, un flacon renversé sur l'eau et rempli d'air, l'espace occupé par l'air nous a toujours fait l'effet d'être absolument vide. Pourtant je vous ai promis de vous faire *voir de l'air*... Eh bien, levez les yeux en haut. L'atmosphère est sans nuage, le jour clair et pur; que voyez-vous? — « Je vois, dites-vous, *le bleu* du ciel. » — C'est *l'air* que vous voyez.

L'air est d'une transparence très grande, et c'est pourquoi il nous semble invisible, incolore aussi. Pourtant il n'est pas incolore d'une façon absolue. En réalité l'air est bleu, à peu près comme l'eau est verte.

L'air est bleu... cela veut dire que la lumière du soleil qui s'est *diffusée*, répandue à travers l'air avant d'arriver jusqu'à nous, a pris une qualité particulière, et produit sur nos yeux cette sensation que nous nommons le *bleu;* car les couleurs, comme vous le savez, sont des modifications, des manières d'être diverses de la lumière elle-même. En réalité, ce ne sont pas les objets, c'est la lumière qui est bleue, rouge, jaune, verte...

Est-ce bien par sa nature même que l'air a cette propriété de produire une teinte bleue, ou la doit-il à certaines vapeurs invisibles répandues dans sa masse gazeuse? On ne le sait pas bien positivement; mais peu importe. — Or la teinte bleue de l'air est si légère qu'elle reste absolument indiscernable pour nous dans une masse gazeuse relativement petite comme celle qui remplit une cloche, un flacon, et dans l'épaisseur d'air qu'il y a entre nous et des objets voisins ou même assez distants déjà. Mais dans une masse très grande la nuance devient sensible, l'air devient *visible* par sa couleur.

C'est justement ce qui arrive quand nous levons les yeux en haut, et que notre regard plonge à travers toute la masse gazeuse, toute l'épaisseur d'atmosphère qu'il y a sur nos têtes. Mais il ne faudrait pas croire que l'air des grandes hauteurs

a seul qualité de produire la teinte bleue. Si par un jour clair et pur vous jetez les yeux autour de vous, les objets peu éloignés vous paraissent avoir leurs nuances naturelles; mais, dans la distance, toutes les couleurs vous semblent mêlées, *lavées*, comme on dit, d'une teinte bleuâtre; et à l'horizon même les arbres, les collines sont de couleur azurée, absolument comme si ces objets étaient vus à travers un verre bleu. C'est l'effet de la grande épaisseur d'air qu'il y a entre ces choses éloignées et notre œil. — Combien de fois, en quelque jour calme d'été, surtout le matin, avant que la chaleur du jour eût fait monter les vapeurs, ou bien encore le soir, au coucher du soleil, par un ciel sans nuages, combien de fois j'ai contemplé la bande bleu sombre, presque noir, des lointains de Bretagne! Dans une merveilleuse pureté de l'air, à plus de dix lieues de distance, le profil des collines et des bois m'apparaissait d'un azur profond, nettement découpé sur la nuance plus claire du ciel. — Mais quand l'atmosphère est mêlée de vapeurs, que de légers brouillards ou de fines poussières répandues dans l'air troublent sa transparence, la teinte bleue du lointain se voile, s'affaiblit et devient grisâtre, ou même disparaît tout à fait et est remplacée par du gris plus ou moins foncé. Les peintres étudient avec le plus grand soin ces effets de *dégradation*[1] progressive des teintes par la distance, dus à l'imparfaite transparence de l'air, qui constituent ce qu'on appelle la *perspective aérienne;* ils observent les nuances plus ou moins grises ou bleues que revêtent les lointains, selon l'heure du jour, les lieux, l'état du ciel. Et dans leurs tableaux ils imitent fidèlement ces effets naturels; non-seulement ils représentent plus petits les objets qu'ils veulent faire paraître plus éloignés, mais en outre ils ont soin de peindre de tons gris ou bleuâtres les parties du tableau qui figurent les lointains, — chose que vous n'avez pas manqué d'observer; — et c'est ainsi qu'ils créent pour nos yeux l'illusion de la distance.

1. Affaiblissement.

Essayons maintenant de nous rendre compte, par l'observation, de la nature intime de l'air, de sa *composition*.

Tous vous savez que l'air est l'aliment de la flamme, — et aussi de la flamme de la vie. Si le feu languit dans l'âtre, si les tisons noircissent, que faites-vous ? Vous prenez le soufflet, et à l'aide de cette machine, — ou tout simplement de vos propres soufflets intérieurs, vos poumons, vous lancez sur le combustible un jet d'air, un courant rapide qui lui apporte de l'air en abondance ; aussitôt la rougeur assombrie se ranime, les étincelles pétillent, enfin la flamme s'éveille et resplendit. Mais imaginez que j'ôte du foyer un tison bien ardent ; je vais le mettre dans ce vase de fonte, que je fermerai ensuite exactement de son couvercle. Que va-t-il arriver ? Le tison va s'éteindre. L'air manque à la combustion : le feu est *étouffé* — le mot est très exact. Et c'est même ainsi que la cuisinière éteint dans *l'étouffoir* la braise qu'elle veut réserver pour le lendemain. Mais à cette observation vulgaire ajoutons quelque chose ; disposons l'expérience de manière à voir de plus près ce qui se passe. — Je prends une assiette profonde. Au milieu de cette assiette, sur un petit bougeoir, je pose un bout de bougie très court, que j'allume. Couvrons le tout d'un grand bocal renversé ou d'une cloche à fromage, dont les bords s'appuient sur les bords de l'assiette. L'expérience est disposée : observons bien. « Au premier instant ma bougie brûle aussi bien là qu'à l'air libre : car il y a de l'air sous la cloche. Mais bientôt la flamme pâlit : elle languit, elle devient bleuâtre et vacillante : elle se meurt... elle est morte. — Et pourtant il y a encore de l'air sous la cloche. — C'est vrai ; mais cet air n'est plus le même que tout à l'heure. Cet air qui reste sous la cloche ne peut plus faire brûler, ne peut plus entretenir la flamme. En voulez-vous la preuve ? Soulevez un peu et lentement votre cloche ; glissez-y en dessous une autre bougie allumée : elle s'éteint, mais subitement, cette fois. L'autre était morte de langueur, celle-ci est tuée du coup... Donc cet air ne

peut plus aucunement entretenir la combustion ; il est mortel pour la flamme[1]. » — Et de même, si je glissais sous ce couvercle une souris, un oiseau, vous verriez le pauvre petit animal chanceler, tomber et périr étouffé, *s'éteindre* lui aussi... Donc cet air épuisé par la combustion ne peut pas non plus entretenir la respiration et la vie.

Ces expériences et beaucoup d'autres encore, plus détaillées et plus précises, ont conduit à savoir que l'air n'est pas constitué d'une seule et même matière. L'air est formé de deux substances différentes mélangées, toutes deux légères, insaisissables, diaphanes et invisibles (en petites masses), de deux gaz enfin, tout à fait distincts, et même absolument opposés de nature et de qualités. L'un d'eux est propre à entretenir la combustion et la respiration, l'autre ne l'est pas ; l'un fait brûler, l'autre laisse mourir toute flamme.

Le premier, celui qui peut alimenter le feu, a reçu des savants le nom *d'oxygène*. Ce gaz non seulement, dis-je, peut alimenter le feu, mais il l'excite d'une façon merveilleuse. Ainsi quand, par des moyens qu'il serait trop long de décrire ici, un *chimiste*[2] a rempli de gaz oxygène un vaste flacon ou une cloche de verre, si on y plonge, suspendu à l'extrémité d'un fil de fer, un petit fragment de braise demi-éteint, offrant seulement quelques points rouges encore, à peine est-il introduit dans le flacon que ce charbon se rallume, devient éblouissant, rayonnant ; que dis-je ? le fil de fer lui-même prend feu, et se met à brûler en lançant des étincelles ! Une bougie, tout autre combustible, un fragment de soufre, de phosphore, s'y consumeraient de même avec une rapidité extrême et un éclat aveuglant. L'oxygène fait même brûler trop vite et trop bien ; et si l'air n'était formé que de ce gaz, non-seulement les tisons ne dureraient guère dans le foyer, mais la vie aussi brûlerait comme une fusée, et nous serions bientôt consumés... Mais

1. *Lectures expliquées*. (C. Delon.)
2. Savant qui s'occupe de la composition intime des diverses substances.

dans l'air que nous respirons, il y a l'autre gaz, inactif, inerte; mêlé à l'oxygène, il tempère l'activité trop grande de ce terrible brûleur et la réduit à une juste mesure. Il *délaie* pour ainsi dire l'oxygène; c'est l'effet de l'eau dans le vin.

Or, à faire brûler, l'oxygène se dépense; il s'épuise, si l'air n'est pas renouvelé. Notre bougie posée sous la cloche brûlait bien tout d'abord; c'est qu'il y avait dans cet air de l'oxygène. A mesure que cet oxygène, s'employant à alimenter la flamme, se dépensait, il en restait moins : la flamme pâlissait. Et quand tout l'oxygène a été ainsi dépensé sous la cloche, la bougie s'est éteinte.

Au moyen d'un grand nombre d'expériences habilement exécutées les chimistes ont *analysé* l'air, c'est-à-dire en ont établi exactement la composition. Ils ont prouvé que dans un litre d'air, c'est-à-dire 1000 centimètres cubes, il y a 209 centimètres cubes d'oxygène, et 791 centimètres cubes d'azote. En d'autres termes il y a dans l'air environ quatre fois plus d'azote que d'oxygène.

En outre de ces deux gaz, oxygène et azote, dont il est essentiellement formé, l'air contient encore de petites quantités d'autres matières; tout d'abord de l'eau. Vous entendez dire à chaque instant que l'air est *humide*. Dans l'air il y a toujours de l'humidité; il y en a plus ou moins, suivant les climats, les saisons; suivant *le temps*, enfin. Or qu'est-ce que l'humidité? C'est de l'eau. Il y a dans l'air de l'eau à l'état invisible, à l'état de vapeur; et c'est là une chose extrêmement importante, puisque les nuages, la pluie, la neige, ne sont que cette *eau de l'air* sous différentes formes. Mais comme nous aurons bientôt occasion meilleure d'étudier ces choses, je n'insiste pas ici.

Il y a encore, mêlé à l'air, de l'*acide carbonique*. *L'acide carbonique* est un gaz aussi; un gaz composé d'oxygène et de *carbone*, non pas seulement mélangés, cette fois, mais combinés ensemble, c'est-à-dire intimement associés, étroitement unis. Et qu'est-ce que cela, le *carbone?* C'est du charbon,

tout simplement... *Carbone* est le nom que les savants donnent au charbon pur. — Dire qu'il y a dans l'air de l'acide carbonique, c'est donc dire qu'il y a du charbon. « Eh quoi! vous récriez-vous, du charbon, dans l'air si clair, si limpide, du noir charbon?... » — Ah! doucement, je vous arrête; le charbon n'est pas absolument obligé d'être noir! Il l'est quelquefois, non pas toujours. Mais je vous étonnerais donc beaucoup si je vous disais que le *diamant*, le beau diamant, si diaphane, si étincelant aux lumières, n'est pas autre chose que du carbone, est la même substance que le charbon de nos foyers? Les parcelles infiniment petites, les *atomes* du carbone, unis à des atomes d'oxygène pour former l'acide carbonique, sont tellement disséminés qu'ils sont absolument imperceptibles à nos yeux; en sorte que l'acide carbonique lui-même est transparent comme l'air. Seulement il est plus pesant; il pèse le double à peu près. Dans l'atmosphère il n'y a qu'une quantité variable, mais toujours faible, d'acide carbonique : un demi-litre en moyenne, par mètre cube d'air : cela fait, pour un mètre cube, 27 centigrammes environ de charbon. C'est peu. Pourtant quand la masse d'air est considérable, cela compte! Ainsi dans la moyenne chambre que nous avions supposée lorsque nous calculions le poids de l'air, et qui contenait, s'il vous en souvient, 72 mètres cubes, une simple multiplication nous fera trouver environ 20 grammes de carbone : de quoi faire un assez joli morceau de braise... Et il ne serait pas bien difficile à un chimiste — tant la science aujourd'hui est puissante! — de l'extraire de l'air de notre chambre, ce charbon invisible, de le forcer à redevenir visible en rassemblant ses atomes épars, en les réunissant sous la forme d'un petit bloc noir, pour vous dire: « Tenez, le voilà! » — Mais si nous faisions le calcul pour l'atmosphère entière, nous trouverions une quantité de charbon énorme, effrayante!

Et que fait-il là, dans l'air, ce charbon? vous demandez-vous peut-être. Ce charbon? c'est la nourriture des plantes.

Les plantes le *boivent*, le *respirent*, si vous aimez mieux. Comme l'animal ne peut vivre sans l'oxygène de l'air, la plante ne peut vivre sans l'acide carbonique de l'air. Voyez ce chêne énorme, son gros tronc, ses nombreuses branches : il y a là de quoi faire des hectolitres et des hectolitres de charbon; ou plutôt je devrais dire : il y a là du charbon tout fait en quantité énorme, que le charbonnier peut *extraire* de la masse du bois abattu et coupé en morceaux. Ce chêne, il y a deux siècles, est né d'un gland : il a amassé lentement cette matière dont il est maintenant formé. Et tout particulièrement ce charbon qu'il contient, il ne l'a pas créé : il faut qu'il l'ait pris quelque part. Où l'a-t-il pris? A la terre, par ses racines? Non. La terre en contient très peu. C'est à l'air qu'il l'a pris; c'est à l'acide carbonique de l'air, qu'il a absorbé, respiré au moyen de ses feuilles. C'est là un bien curieux phénomène que je regrette fort de ne pouvoir vous expliquer ici avec détail : du moins vous vous souviendrez que cet indispensable charbon de l'air est l'aliment précieux de la végétation sur la terre. — Disons pour finir qu'il y a encore, dans l'atmosphère, mais en quantité excessivement petite, imperceptible, quelques autres matières gazeuses; — sans compter les poussières flottantes, et les effluves parfumés des plantes.

IV

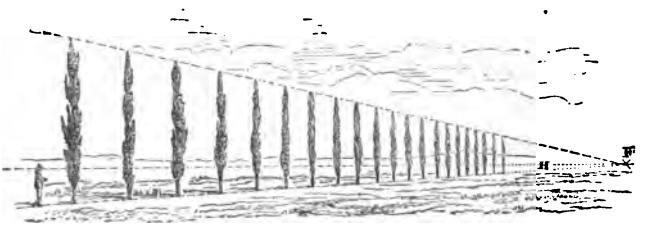
Ce *mélange gazeux* que nous appelons l'air ne remplit point, disions-nous, tout l'espace infini du ciel; loin de là! Il n'y en a qu'une petite épaisseur répandue autour de la terre, comme une couche mince environnant, revêtant notre globe; et notre terre s'en va flottant, glissant dans l'immensité vide[1], emportant avec elle son enveloppe, son *vêtement* d'air...

1. Vide d'air et de toute autre matière analogue.

Quand je dis une *petite* épaisseur, une *mince* couche, il faut entendre, tout naturellement, petite, mince en proportion du volume de la terre elle-même. Ainsi étalé, l'air couvre la surface de notre globe comme une mer couvre le fond rocheux qui lui sert de lit. L'*enveloppe gazeuse* s'arrondissant à peu près également de toutes parts et d'épaisseur à peu près égale tout autour de la boule terrestre, a par suite elle-même sensiblement la forme d'une sphère; et c'est justement ce qu'exprime le mot d'*atmosphère*, mot tiré du grec et qui signifie *sphère d'air*. — Je viens de prononcer le nom de mer : la comparaison est bonne, je la retiens. L'atmosphère est comme un *océan d'air*, recouvrant la terre ferme et les mers elles-mêmes. Au fond de cet océan, nous sommes plongés, nous autres, recouverts par lui, submergés sous ses flots transparents; nous sommes, pour continuer la comparaison, dans une situation analogue à celle de certains animaux marins qui vivent dans les profondeurs de la mer, rampant sur le fond; tandis que les oiseaux qui se meuvent à travers l'air seraient comparés aux poissons nageant au milieu même de la masse liquide...

Maintenant que nous avons une idée de la forme réelle de l'atmosphère, voici le moment de nous rendre compte de l'illusion qui créa l'antique *voûte céleste*, et qui la reconstruit encore sans cesse devant nos yeux, quoique notre raisonnement la démolisse... Si d'un lieu découvert, au milieu d'une vaste plaine, vous contemplez l'étendue, autour de vous la terre semble fuir au loin; et la limite de l'espace que vous pouvez apercevoir sur la terre forme le cercle de l'*horizon*. Cet effet, dû à la courbure de la terre, vous a été expliqué, et je n'ai pas à y revenir ici. Levez maintenant les yeux; le ciel — c'est-à-dire l'atmosphère, — haut au-dessus même de votre tête, semble s'abaisser de toutes parts et venir toucher là-bas l'*horizon terrestre;* de là, disions-nous, résulte l'apparence d'une voûte. La science de la perspective rend compte de ces effets; voici comment on peut présenter cette explication. Supposez

que vous ayez devant vous une longue rangée de peupliers, tous d'égale hauteur : vous êtes placé au pied du premier. Les objets se dessinant dans notre œil d'autant plus petits qu'ils sont plus éloignés, les derniers peupliers de la rangée vous paraîtront nécessairement moins élevés que les premiers; et si vous imaginez une ligne qui joigne la cime de tous ces arbres, cette ligne vous semblera inclinée, s'abaissant vers le lointain, comme pour venir toucher terre à l'horizon. Au lieu de peupliers, concevez maintenant, par exemple, une couche de



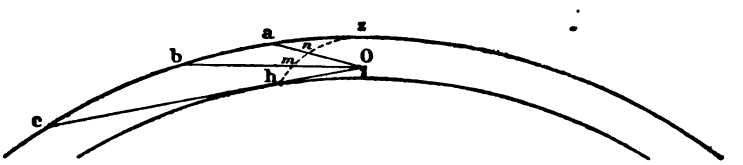
PERSPECTIVE D'UNE RANGÉE DE PEUPLIERS POUR UN OBSERVATEUR PLACÉ AU PIED DU PREMIER.

nuages que nous supposerons tous à même hauteur, à même distance du sol. En faisant le même raisonnement, vous comprendrez que la distance, toujours la même, qui sépare ces nuages de la terre, doit vous paraître plus petite dans le lointain; en d'autres termes, les nuages plus éloignés nous sembleront plus rapprochés de terre. Cette couche de nuages, que je suppose horizontale, vous semblera donc inclinée vers l'horizon. Et comme le même effet se produit tout autour de vous, il en résulte l'apparence d'une voûte, se recourbant de toutes parts vers la terre. Le même raisonnement s'appliquerait à la limite de l'atmosphère observée par un ciel sans nuage.

Mais il y a autre chose encore à dire; et tout n'est pas absolument illusion dans la voûte apparente du ciel. C'est qu'en réalité l'atmosphère se recourbe au-dessus de nos têtes, non

pas, bien entendu, comme une coupole élevée s'appuyant sur le sol, mais comme une *calotte* très légèrement voûtée; elle suit, enfin, la courbure de la terre, courbure très petite dans l'étendue que nos yeux peuvent atteindre, mais sensible pourtant, puisqu'elle produit le phénomène de l'*horizon*. Et l'illusion consiste seulement en ce que cette courbure de l'atmosphère nous apparaît beaucoup plus prononcée, plus *arquée* qu'elle ne l'est en réalité[1].

1. Suivez mon raisonnement sur cette figure. Imaginez un observateur situé sur le sol, au point O de la courbe qui représente la surface *convexe* du globe : au-dessus de lui l'atmosphère s'arrondit avec une courbure semblable. Le point *h*, où le regard de notre observateur rase le sol, limite, comme vous le savez, l'éten-



due de terrain qu'il peut apercevoir de ce côté; c'est la borne de son horizon. Supposez maintenant deux nuages également élevés, l'un au point *a*, plus rapproché, l'autre au point *b*, plus éloigné; celui qui est situé en *b*, quoique à même distance de la partie du sol située au-dessous de lui, est en réalité plus *bas* par rapport à l'observateur, c'est-à-dire plus rapproché de sa ligne d'horizon O *h c*; le nuage *b* sera vu au-dessous du nuage *a*. — Mais la courbure de l'atmosphère apparaît beaucoup plus prononcée qu'elle ne l'est en réalité dans l'étroit espace que nos yeux peuvent atteindre; en voici une raison.

Quand deux objets sont situés dans la même direction, sur la même *ligne de visée* (à partir de l'œil), ils semblent se toucher. J'allonge mon doigt au bout de mon bras tendu, dans la direction où j'aperçois là-bas le toit aigu d'une tourelle; il me semble voir mon doigt toucher la girouette... Je ne m'y trompe point; et pourquoi? C'est que d'avance, par la dimension apparente des objets, par bien d'autres moyens encore, j'avais la connaissance acquise de la distance qui sépare ma main de cet objet lointain. Mais si rien ne m'avertissait de cette distance? Je pourrais croire et je croirais en effet que ces deux objets, dont les contours sont en contact apparent, vont se toucher en réalité. De même un observateur placé en O voit les objets terrestres jusqu'à la limite *h* de son horizon terrestre. Or la ligne O*h* prolongée va rencontrer plus loin, au point *c*, la limite de l'atmosphère qui s'abaisse suivant une courbure légère. Le point *c*, situé au haut des airs, se trouvant sur la même ligne de visée que le point *h*, paraît le toucher (en *projection*). Imaginez si vous voulez un nuage au point *c*; il semblera, pour l'ob-

Mais voilà suffisamment défini, pour le moment, *l'atmosphère*, ce beau champ du ciel où nous nous proposions de faire une petite promenade. Aussi bien vous avez hâte de partir, je ne vous retarde plus. J'avais bien des choses encore à vous dire, pourtant; mais, tenez, réservons pour une meilleure et plus pittoresque occasion ce que j'étais tenté d'ajouter, puisque nous allons voir tout cela de plus près et plus à l'aise. Maintenant donc préparons-nous au voyage... Et tout d'abord connaissons le magique vaisseau qui doit nous emporter.

servateur, en contact avec le point *h*, — comme mon doigt semblait en contact avec le toit de la tourelle. — Par la diminution de grandeur des objets, par leur succession étagée suivant l'éloignement, les uns derrière les autres, par d'autres moyens encore, l'observateur a connaissance de la distance qui le sépare du point *h* de son horizon terrestre. Mais rien ne l'avertit de la distance — très grande pourtant — qu'il y a du point *h* au point *c;* il n'a pour en juger aucun moyen, aucun terme de comparaison. Et alors son œil juge que ce point *c* touche en effet le point *h;* le point *c* lui paraît rapproché en *h*. Le même effet se produisant dans toutes les directions, les points du ciel à l'horizon paraissant rapprochés de toute part, tandis que nous jugeons toujours très grande la hauteur de l'atmosphère au-dessus de notre tête, il en résulte pour nous la sensation d'une courbure plus voûtée, — comme si, au lieu d'être suivant *c a b z*, cette courbure était suivant *h m n z*. — Notre regard embrasse une bien plus vaste étendue au ciel (je veux dire dans les régions de l'atmosphère) que sur la terre; quand nous voyons, par exemple, vers l'horizon, un nuage qui nous semble être situé verticalement au-dessus de tel objet terrestre, couvrir, par exemple, tel village en vue, en réalité ce nuage est beaucoup plus loin; il couvre une partie de territoire qui est à plus de dix ou vingt lieues peut être au-delà de notre horizon, caché pour nous par la courbure de la terre.

CHAPITRE PREMIER

HISTOIRE DES BALLONS

L'INVENTION ET LES INVENTEURS

Il y a un siècle presque juste, — c'était en 1783, — par une tiède journée de juin[1], les habitants de la petite ville d'Annonay étaient convoqués sur la place publique pour assister à une expérience merveilleuse. On se disait qu'une énorme et lourde *machine* devait, chose inouïe jusqu'alors, quitter la terre et s'envoler dans les airs, d'elle-même, jusque vers les nuages... Même les membres des États du Vivarais, assemblés à Annonay pour délibérer sur les affaires de la province, avaient été invités par lettres à ce spectacle extraordinaire. Grande rumeur, comme vous le pensez bien; depuis quelques jours on ne parlait plus que de la merveilleuse invention. — « Et quel est l'inventeur de cette machine? » se demandait-on. — « Ils sont deux : ce sont MM. Joseph et Étienne Montgolfier, deux frères, riches fabricants de papier, possesseurs de belles usines; hommes fort ingénieux, instruits et sensés, » ajoutait-on. — « Et comment est-elle construite cette machine? A-t-elle des ailes? des voiles? » — « C'est encore un secret. Tout ce qu'on sait, c'est qu'elle a la forme d'un globe, et qu'elle est de grande dimension. » Mais la plupart des spectateurs conviés se montraient incrédules. — « Impossible! disaient-ils, impossible!

1. Le 5 juin.

Cela ne s'est jamais vu et ne se verra jamais! S'il s'agissait encore d'un objet léger, comme une plume, une bulle de savon! Mais une grosse et pesante machine! Si elle s'élevait, ce serait la chose la plus étonnante, la plus stupéfiante, la plus... Enfin cela renverserait toutes les idées! — Mais elle ne s'élevera pas. Vous verrez qu'elle ne quittera pas seulement la terre. Impossible! Impossible! »

On allait voir, cependant. — Au milieu de la place publique était réservée une enceinte protégée par des cordes tendues; et là avait été apportée la fameuse machine. Elle avait tout l'aspect d'un immense sac de toile, doublé de papier, flasque et aplati, tout plissé et chiffonné. Sur une sorte de réchaud posé à terre MM. Montgolfier ont fait allumer un feu vif de paille légèrement humide, qui flambe et qui fume. La gueule béante du sac renversé est ouverte au-dessus du réchaud; l'air chaud et la fumée s'y engouffrent. Chose curieuse : on voit les plis de la toile se soulever et se dérouler; le sac se gonfle à vue d'œil, se développe et se redresse; il prend rapidement la forme d'un beau globe d'une douzaine de mètres de diamètre. Les toiles se tendent, la machine semble déjà faire effort pour s'échapper, et huit hommes suffisent à peine pour la retenir. Mais jugez quelle stupeur, et aussi quel enthousiasme, quand les huit hommes, à un signal donné, lâchant la machine, on vit l'énorme globe s'élever majestueusement dans les airs! Il monte, il monte, il diminue aux yeux; en quelques minutes le voilà planant dans les hauteurs du ciel. Les savants qui sont là présents observent et disent que le globe s'est enlevé à plus de mille toises (2000 mètres) de hauteur. Un vent léger l'emporte comme une bulle de savon flottante, et bientôt on va le perdre de vue. Imaginez les cris de joie, d'admiration, de cette foule mouvante! Cette chose merveilleuse, impossible, disait-on, elle est réelle, on l'a vue! — Le bruit s'en répand partout avec rapidité; on commente l'expérience, on explique l'effet de la machine. Tout le monde, et ceux-là mêmes qui avaient crié le plus

haut : « Impossible, impossible! » se disent : « Mais c'est tout simple! Comment se fait-il que nous n'y ayons pas pensé plus tôt ? » — Notez bien ceci, en passant : c'est que les inventions sont toujours « chose toute simple »... le lendemain du jour où elles ont réussi. Mais c'était la veille qu'il fallait y penser! Or justement alors personne n'y pensait, personne n'y croyait; personne, excepté l'inventeur, pour qui était toute la difficulté,

LIBRARY JUN 4 1901 U.S. BUREAU of EDUCAT

LES FRÈRES MONTGOLFIER.
D'après un médaillon modelé par le sculpteur David.

à qui est le mérite et la juste gloire. — Le globe des Montgolfier se soutint environ dix minutes en l'air, puis descendit doucement et se posa dans une vigne, à 2 kilomètres et demi de son point de départ. Les *ballons* étaient inventés.

Expliquons cette belle expérience. Pourquoi ce globe rempli d'air chaud et de fumée monte-t-il? Parce qu'il est *plus léger que l'air*. Rendons-nous bien compte de ce que nous devons entendre par là.

Voici un verre plein d'eau posé sur la table. J'abandonne

dans le liquide un petit caillou. Que va-t-il arriver? — « Il va tomber au fond. » — Bien. Et pourquoi? — « Parce qu'il est plus lourd que l'eau, » dites-vous. — Plus lourd que toute l'eau contenue dans le verre? — « Oh non! j'ai voulu dire plus lourd à *proportion* de sa grosseur. » — J'entends. Et ce bouchon de liège, si je le jette dans l'eau de même? — « Il flottera, lui. » — Pourquoi encore? — « Parce qu'il est plus léger que l'eau, à proportion. » — Eh oui! Vous savez tout cela par expérience, mais vaguement, et sans vous rendre bien compte de la valeur des mots : précisons.

Voyez mon liège qui flotte; essayez, en le pressant du doigt, de le faire enfoncer dans l'eau. Ne sentez-vous pas une certaine résistance, quelque chose qui le repousse en dessous? Vous venez d'éprouver par vous-même qu'il y a là une certaine force de *poussée* qui tend à soulever le liège. Et cette force vient bien du liquide lui-même; car s'il n'y avait pas d'eau dans le verre, le bouchon tomberait au fond, n'est-ce pas? Il serait trop long de vous expliquer comment cette poussée résulte de la pesanteur même du liquide, qui *presse* dans tous les sens contre tout objet plongé, mais plus fortement à la partie inférieure de l'objet, et *de bas en haut;* en sorte que l'effet de cette différence de pression, s'il n'y avait autre chose, serait de faire monter cet objet vers la surface. Mais cet objet lui-même, il est pesant, ne l'oublions pas. Alors, entre la force de pesanteur qui tire en bas l'objet, et la force de poussée qui agit pour le porter en haut, une lutte s'établit, une bataille. Qui l'emportera des deux? La plus puissante, évidemment, la plus énergique. La pesanteur est-elle la plus forte, l'objet tombe au fond. Est-ce la poussée qui l'emporte, il monte et surnage.

Maintenant, quelle est *l'intensité*, l'énergie de cette force de poussée? Elle est facile à calculer. « La poussée est égale au poids d'une quantité de liquide ayant même volume que l'objet plongé. » On dit aussi : « égale au poids du liquide *déplacé* par l'objet plongé; » ce qui est évidemment la même chose,

puisque l'objet plongé écarte, pour prendre sa place, un volume de liquide précisément égal au sien, du moins s'il est tout entier enfoncé dans le liquide. Ce fait général, ou comme on dit ce *principe* est excessivement important dans la pratique; il a des milliers d'applications utiles dans toutes sortes de travaux et d'industries. On l'appelle le *principe d'Archimède*, du nom d'un célèbre philosophe et mécanicien grec qui l'a découvert et démontré le premier, vers l'an 70 avant J.-C. On peut le démontrer par le raisonnement : mais il se prouve également par l'expérience, de la façon la plus simple : au moyen d'une balance. — Nous suspendons par un fil au plateau de cette balance un objet de forme quelconque, — soit, si vous voulez, un cylindre de métal; et pour simplifier les chiffres, supposez que le volume de ce barreau soit juste 10 centimètres cubes. Nous mettons des poids dans l'autre plateau pour lui faire équilibre. Disposons sous le cylindre un bocal, un grand verre, au milieu duquel le barreau de métal se trouvera placé sans toucher aucunement au fond ni aux parois : rien de changé, évidemment. Mais si nous versons de l'eau dans le vase, tout change; l'objet se soulève à mesure que l'eau y atteint, la balance s'incline de l'autre côté; on dirait que le métal ne veut pas plonger... Pour redresser la balance en le forçant d'enfoncer, il faut enlever des poids de l'autre côté. Le barreau de métal semble être devenu plus léger; plongé, il paraît avoir « *perdu de son poids* », ainsi qu'on le dit souvent par une locution abrégée. En réalité il n'a rien perdu du tout; il pèse tout autant qu'auparavant. Seulement la poussée du liquide qui tend à le soulever supporte, *soulage*, comme disent les ouvriers, une partie de ce poids. Or, la balance étant bien redressée, l'objet entièrement plongé dans l'eau, nous voyons qu'il a fallu ôter du plateau opposé juste 10 grammes. — Notre barreau de métal avait juste 10 centimètres cubes, avons-nous dit; il déplace 10 centimètres cubes de liquide. Un centimètre cube d'eau pèse un gramme : 10

grammes, c'est justement le poids du volume d'eau déplacé, ou en d'autres termes le poids d'un volume d'eau égal à celui du barreau. — Avec tout autre objet, tout autre liquide, l'expérience aurait donné un résultat semblable : le *principe* est donc démontré *expérimentalement.*

Eh bien, nous voilà maintenant en état d'exprimer d'une façon précise et au besoin de calculer exactement ce qui doit arriver d'un objet plongé dans un liquide, dans l'eau si vous voulez. Cet objet pèse-t-il *plus qu'un égal volume d'eau,*—c'est justement là, mais traduit d'une façon nette et précise, ce que nous avions l'intention d'exprimer en disant qu'il est *plus lourd que l'eau* — il ira au fond. Avec quelle force? Avec une force égale à son poids diminué de la poussée qui en compense une partie. Se trouverait-il, par hasard, juste de même poids que le volume d'eau qu'il déplace ; il flotterait indifféremment au sein de la masse liquide, sans chercher ni à monter ni à descendre. L'objet est-il plus léger qu'un égal volume d'eau, dans la bataille entre sa pesanteur et la poussée, c'est la poussée qui l'emportera : il montera vers la surface, où il restera flottant. Avec quelle force montera-t-il? Avec la force de la poussée, diminuée seulement du poids de l'objet : c'est encore une simple soustraction à faire. — Il en serait de même pour tout autre liquide.

Or un gaz, l'air ainsi que nous l'avons dit, est pour toutes ces choses absolument assimilable à un liquide, à cette seule différence près qu'il est beaucoup plus léger, beaucoup plus mobile. Nous avons comparé, s'il vous en souvient, l'atmosphère de la Terre à un océan : un océan au fond duquel nous restons plongés, nous, tandis que les oiseaux, par exemple, nagent au milieu de ses flots transparents et légers, absolument comme les poissons se meuvent dans l'épaisseur liquide des mers. L'air est pesant, nous l'avons prouvé. L'air, comme un liquide, produit donc sur tous les objets qu'il environne une certaine pression, d'où résulte aussi une poussée

qui tend à les soulever : seulement cette poussée est beaucoup plus faible que celle du liquide, justement parce que l'air est plus léger. Elle est équivalente aussi au poids d'un volume d'air égal au volume de l'objet. Presque tous les corps [1] qui nous environnent tombent sur le sol, ou y restent posés. Pourquoi? Parce que leur poids est beaucoup plus fort que cette légère poussée de l'air; en d'autres termes, parce qu'ils sont *plus lourds que l'air*. Si nous avions un objet *plus léger que l'air*, pesant moins qu'un pareil volume d'air, il s'élèverait de lui-même dans l'atmosphère par l'effet de la poussée de l'air; il monterait au lieu de tomber, comme un liège monte au milieu du liquide.

Or c'est justement à ceci que rêvaient nos deux ingénieux inventeurs, les frères Montgolfier. « Quelque chose de plus léger que l'air, si léger !... Mais en est-il? — Oui, se disaient-ils, il en est; il y a, par exemple, les nuages, qui flottent dans la hauteur de l'atmosphère; il y a, sans aller si loin, la fumée, la fumée que nous voyons monter doucement dans l'air tranquille. » Ces idées, comme vous le verrez bientôt, n'étaient pas absolument exactes; mais peu importe, puisqu'elles les conduisirent à la découverte. « Si on pouvait imiter la nature? pensaient-ils encore Si on pouvait fabriquer un *nuage artificiel?* Ou bien plutôt si on pouvait enfermer de la fumée dans un sac... un sac extrêmement léger qu'elle emporterait en s'envolant?... » — Ah ceci, c'est *l'idée*... Elle naît, elle point; elle va grandir. « Oui cela doit être; se disent-ils. Mais il faut essayer ! » — Et tout d'abord les voilà fabriquant un sac d'un tissu de soie excessivement léger, qu'ils emplissent de fumée chaude en le renversant, l'ouverture béante, au-dessus d'un feu clair de paille mouillée. Le sac se gonfle, se soulève; il s'envole jusqu'au plafond de l'appartement. Victoire ! Quelle joie ! — Car l'invention a réussi; il ne s'agit plus que de renouveler l'expé-

1. Objets inanimés ou êtres vivants.

rience en l'organisant plus en grand et d'une façon plus frappante pour la montrer à tous. Les frères Montgolfier donc se mettent à songer aux moyens de construire un appareil plus vaste et de le remplir; ils réfléchissent, ils calculent, ils expérimentent.

On n'est pas longtemps à se convaincre que ce n'est pas la *fumée* proprement dite, c'est-à-dire les fines parcelles grises flottantes mêlées aux produits de la combustion des foyers, non plus la *vapeur* d'eau s'élevant de la paille mouillée et plus ou moins semblable à celle des nuages, qui font monter la machine; mais tout simplement l'air chaud, l'air échauffé par le feu. *L'air chaud est plus léger que l'air froid :* voilà tout le principe de la découverte des Montgolfier. L'air, quand il est chauffé à un degré de chaleur approchant de celui de l'eau bouillante, se *dilate* de manière à occuper un espace plus grand d'un tiers; ainsi dilaté, il pèse un tiers moins qu'un volume égal d'air froid. — Et maintenant vous comprenez pourquoi la grosse sphère d'Annonay, remplie d'air chaud, s'envola : malgré le poids assez considérable de son *enveloppe* de toile, l'énorme boule gonflée d'air échauffé, prise dans son ensemble, pesait encore moins qu'un égal volume de l'air froid environnant. Quand l'air qu'elle contenait se fut graduellement refroidi, elle se dégonfla peu à peu, lentement redescendit et finit par se coucher à terre.

Lorsque le bruit de la belle expérience d'Annonay arriva à Paris, tous les savants s'en occupèrent. Beaucoup songèrent à la répéter : mais on ne savait pas au juste comment, ni de quel gaz, de quel *air*, comme on disait alors, Montgolfier remplissait son ballon. Un savant très ingénieux, le célèbre professeur Charles, se mit tout de suite à l'œuvre. Mais il suivit sa pensée à lui, et s'y prit autrement que Montgolfier.

Depuis quelques années déjà on avait réalisé une jolie petite expérience, qui aurait dû faire penser aux ballons. — Bien souvent il vous est arrivé de faire des bulles de savon. Ces charmants

petits globes, si bien arrondis, transparents, ornés des plus vives couleurs, si légers qu'ils soient, pèsent encore plus que l'air. Ils sont gonflés d'air, et il y a en plus le poids de la gouttelette liquide qui a servi à les former. Ils flottent emportés par le vent, descendent lentement, insensiblement; mais ils ne s'élèvent pas. Or le professeur Cavallo, dès 1782, avait imaginé des bulles de savon remplies d'un gaz plus léger que l'air, et qui montaient. Ce gaz était celui qu'on appelle l'*hydrogène*. Transparent, invisible comme l'air (en petites masses), inflammable comme la poudre, excessivement léger, —*quatorze fois et demie plus léger que l'air!* — le gaz d'éclairage en est en majeure partie composé : et c'est justement pourquoi notre gaz d'éclairage est inflammable et léger lui-même. Ce gaz était connu dès lors; mais on n'en avait jamais fabriqué que de petites quantités, pour certaines expériences curieuses de physique et de chimie. La fabrication en est très facile, du moins en petit.

Il faut d'abord savoir que l'eau en est pour une grande partie formée. — Oui, l'eau, que l'on croyait autrefois un *élément simple* de la nature, l'eau liquide, si bizarre que cela puisse paraître au premier coup d'œil, l'eau lourde, l'eau qui éteint le feu, est composée de deux gaz légers, invisibles et insaisissables, dont l'un excite violemment toute combustion, et l'autre est lui-même éminemment combustible. L'eau est formée d'*oxygène*, ce même oxygène que nous savons faire partie de l'air, et d'hydrogène. — L'eau est faite d'hydrogène : donc pour avoir de l'hydrogène il suffit de *défaire* de l'eau, passez-moi l'expression. Or on en fait et on en défait à volonté : c'est même chose très simple. Je ne puis vous expliquer ce qui se passe quand on *décompose* de l'eau : ce serait vous faire tout un cours de chimie. Du moins, je dois vous dire comment on s'y prend. Au fond d'une bouteille vous mettez quelques petits morceaux de zinc ou de fer coupés menu; dessus vous versez de l'eau jusqu'aux trois quarts du flacon, puis vous ajoutez une petite quantité d'un certain liquide brûlant, très connu en

chimie et dans l'industrie, qu'on nomme l'*acide sulfurique*, et qu'on désignait autrefois sous le nom d'*huile de vitriol* à cause de son aspect huileux. L'acide sulfurique se mêle à l'eau, il se dissout; aussitôt on voit se produire dans le flacon un bouillonnement, une sorte d'ébullition tumultueuse, quoique l'eau ne soit pas échauffée fortement. Des millions de petites bulles, grosses comme des têtes d'épingles, se forment au fond du fla-

BULLES DE SAVON GONFLÉES D'HYDROGÈNE.

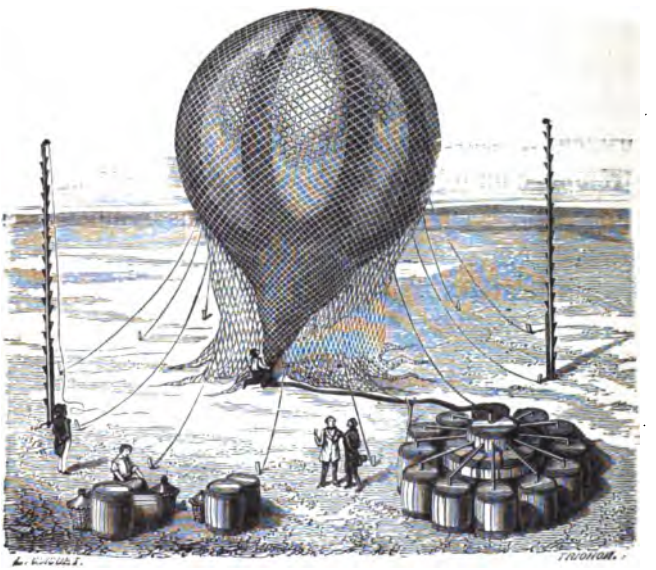
con sur le zinc ou le fer, puis montent à travers le liquide et viennent crever à la surface, comme des bulles de vapeur dans un vase plein d'eau bouillante. L'eau *se décompose;* je ne puis, vous répété-je, vous expliquer pourquoi ni comment, et c'est l'hydrogène qui faisait partie de l'eau décomposée que vous voyez, mis en liberté, s'échapper à l'état de gaz sous forme de bulles. Puis il remplit, invisible, la partie vide du flacon. Supposez que nous fermions ce flacon avec un bouchon à travers lequel passe un tuyau, un *tube* de verre : nous pourrons con-

duire cet hydrogène, à mesure qu'il se produit, là où nous voudrons.

Mais je me hâte de vous dire que cette expérience si simple n'est pas sans péril, si l'on n'a pris certaines précautions que je ne puis vous indiquer ici. L'acide sulfurique que l'on emploie est une substance dangereuse à manier, un poison violent, affreusement corrosif; de plus l'hydrogène est non seulement inflammable, mais *explosif :* en certains cas, il peut prendre feu au contact de la moindre étincelle, produire une explosion violente, lancer les débris tranchants de l'appareil et le liquide rongeur au visage de l'expérimentateur novice ou imprudent... Mais supposons les précautions bien prises; l'extrémité d'un tube de verre recourbé adapté au flacon est trempée dans l'eau de savon comme vous trempez le brin de paille pour souffler une bulle. L'hydrogène vient remplir la bulle, qui se gonfle, s'amincit; et comme ce gaz est beaucoup plus léger que l'air, la bulle qui en est gonflée tend à s'élever, au lieu de tomber : elle se détache bientôt et monte gracieusement dans l'air.

« Mais c'est un vrai ballon, cette bulle, vous écriez-vous, une charmante miniature de ballon! » — Eh sans doute! C'est ce que le savant Charles comprit fort bien aussi. Il ne s'agissait donc que de faire une bulle gigantesque, gonflée d'hydrogène. En peu de jours son plan est fait. Il fait construire, par les moyens que bientôt je vous indiquerai, un globe léger en soie, enduit d'une sorte de vernis qui devait empêcher le gaz de filtrer, de s'échapper à travers les mailles du tissu. Ce globe avait environ quatre mètres de diamètre : il était donc beaucoup plus petit, infiniment plus maniable que l'énorme machine des Montgolfier. Mais tel qu'il était, il fallait encore pour le remplir une quantité très considérable de gaz hydrogène, plus de trente mille litres. Le savant dut inventer un appareil. — Imaginez un tonneau planté debout. Au fond, on a déposé une certaine quantité de copeaux ou menus morceaux de fer; puis le tonneau est

rempli d'eau aux trois quarts : au moment de l'expérience, on y versera l'acide sulfurique au moyen d'un entonnoir. Vous voyez, c'est tout simplement notre flacon, en grand. Mais un seul tonneau n'aurait pas suffi ; il fallut en réunir une douzaine. Des tuyaux, partant de chacun de ces tonneaux, venaient amener le gaz, à mesure qu'il se produisait, dans une vaste cuve située au milieu ; et de cette cuve enfin, par un autre tuyau, le



GONFLEMENT D'UN BALLON PAR LA MÉTHODE DE CHARLES AVEC L'APPAREIL DE TONNEAUX.

gaz devait être conduit dans le ballon. Une semblable opération, surtout à cette époque, était coûteuse, lente, pénible, dangereuse même. — Tout était prêt : on annonça l'expérience publique pour le 27 août.

Au jour désigné le globe de Charles fut amené sur la vaste place du Champ de Mars, à Paris, au milieu d'un concours immense de peuple. Trois cent mille spectateurs encombraient les abords : on ne circulait plus. L'encombrant appareil de

tonneaux et de cuves était dressé au milieu d'une enceinte réservée. Le globe, demi-vide et flasque, semblable à un sac, était pourvu d'une sorte de col, ou, si vous voulez, de *manche :* cette manche est attachée au tuyau qui amène le gaz de la cuve. Le globe se gonfle doucement, lentement s'arrondit. Il fait effort pour s'envoler : les hommes le retiennent avec des cordes. Un coup de canon donne le signal : on lâche les cordes, le ballon s'élève dans les airs avec une rapidité extrême, au milieu des cris d'enthousiasme de la foule. En moins de deux minutes le voilà à 600 mètres de hauteur ; il perce un nuage. Un autre coup de canon annonce qu'il a disparu. Il traverse le nuage et reparaît un instant à une hauteur plus grande ; puis enfin on le perd de vue dans les nuées. La joie, l'animation de la foule témoin de cette belle expérience, si merveilleuse alors, est indescriptible.

Mais achevons l'histoire du globe du Champ de Mars. Son voyage, commencé au milieu des acclamations de tout un peuple, se termina par une aventure bizarre, la plus comique qu'il soit possible d'imaginer. Le vent avait porté le ballon vers le village de Gonesse, à cinq lieues de Paris ; là, à demi dégonflé, il s'abaissait lentement. Voilà que les gens du pays aperçoivent, flottant dans l'air, cet objet insolite : quelque chose d'énorme, de grisâtre qui descendait des nuées et semblait planer sur leurs têtes. « Grand Dieu ! qu'est ceci ? Un monstre ! Une bête effroyable ! La bête de l'Apocalypse ! Le diable peut-être ! La lune qui tombe du ciel ! Nous sommes tous perdus ! » L'alarme est grande ; les femmes, les enfants, poussent des cris. On court chez le curé, on le presse de venir exorciser le monstre, l'horrible bête. Le ballon s'était abattu dans un champ, et gisant à terre, à demi dégonflé, devait ressembler passablement à une énorme tortue ; le vent, qui prenait dans les toiles, le faisait remuer. On entraîne le pauvre curé, plus mort que vif, sur le terrain. Mais qui osera approcher ? Qui ira le premier ? On avance lentement, on fait des détours, on se tient à distance ; on espère que les malédictions, les conjurations et exorcismes, lan-

cés de loin, forceront le monstre à s'en aller... Il tient bon. L'heure se passe. Il faut pourtant en finir. Un brave, un héros se dévoue... Il prend un fusil, et se dissimulant derrière les haies, rampant sous les buissons, il arrive à portée. Feu! — La bête fait un soubresaut. La charge avait déchiré l'enveloppe de soie, le gaz sortait à flots. On voit le monstre s'affaisser, s'amoindrir... on dirait qu'il se tord... Aucuns disent qu'on lui a entendu jeter un cri! — Victoire! la bête est morte!

Alors ces hommes se précipitent; tout à l'heure si épouvantés, une sorte de joie sauvage les anime : à coups de bâtons de fléaux, de fourches ils assaillent le malheureux ballon : c'est à qui portera les coups, à qui fera les plus large blessures au cadavre de la bête! Ah! quelle affreuse, infernale odeur de soufre brûlé se répand! — L'hydrogène ainsi préparé, en effet, ne sent pas bon! — Pour finir, « la peau de la bête », déchirée et pantelante, est attachée à la queue d'un cheval, qui, poursuivi de clameurs et de huées pendant plus d'une lieue, éperdu, affolé, en sème les lambeaux par les champs.

Ce que c'est pourtant que l'ignorance!

La réussite du nouveau procédé n'empêcha point Montgolfier de continuer ses essais avec son moyen à lui : le feu. Il vient à Paris, et, au mois de septembre, il était invité à répéter l'expérience à Versailles, en présence du roi Louis XVI. Il fit donc construire un ballon sphérique en toile légère de coton, d'une dizaine de mètres de diamètre, ayant au bas une large ouverture; le globe fut orné de peintures aux vives couleurs rehaussées d'or. Une large estrade était dressée au milieu de la grande cour du château de Versailles; sous l'estrade, le réchaud de fer. Deux mâts étaient plantés, et des cordes tendues pour soutenir l'enveloppe avant qu'elle fût gonflée. Le roi était présent, la reine, les dames, toute la cour. Les balcons, les fenêtres, les terrasses du château étaient garnis de spectateurs; une foule immense se tenait sur la place et dans les chemins environnants.

Le globe fut gonflé de même qu'à Annonay. Seulement, avant de lâcher les cordes qui le retenaient on avait suspendu au

LE GLOBE DE MONTGOLFIER — EXPÉRIENCE DE VERSAILLES.

ballon une sorte de cage d'osier, renfermant *un mouton, un coq et un canard :* singulière compagnie! Dix minutes après,

ces premiers passagers des airs descendaient sains et saufs avec le ballon qui les portait à une lieue du point de départ.

PREMIERS VOYAGES AÉRIENS

Évidemment, cette histoire d'animaux enlevés était bien faite pour susciter dans toutes les cervelles l'idée de faire voyager des hommes dans les airs. Les imaginations s'enflammaient ; tout le monde s'envolait en esprit au-dessus des nuages ! — Mais qui commencerait ? Qui le premier oserait se confier à cette machine étrange ? L'aventure était tentante, mais le péril pouvait être grand. Un jeune physicien, savant, plein d'ardeur, brave jusqu'à la témérité, Pilâtre de Rosiers, réclame le danger et la gloire de s'élever le premier dans les airs. J. Montgolfier fait construire à Paris un nouveau globe, plus grand encore, et surtout plus solide ; il atteignait vingt mètres de hauteur. A l'extérieur, autour de l'ouverture inférieure, régnait une galerie, une sorte de balcon d'osier pour porter les voyageurs. Le *réchaud*, sorte de panier en gros fil de fer destiné à contenir le feu, ne devait plus, cette fois, rester à terre ; la machine devait l'emporter avec elle. Il était soutenu au milieu de l'ouverture par des chaînes de fer ; et les voyageurs devaient eux-mêmes alimenter ce foyer en y mettant de petites bottes de paille dont ils avaient une provision dans leur galerie. Prudemment, on fit d'abord l'essai de la machine en la laissant s'élever à une centaine de mètres de hauteur seulement, retenue par un long câble qui l'empêchait de prendre son libre vol dans les cieux. Pilâtre de Rosiers, quelques autres savants tour à tour s'élèvent et planent ainsi quelque temps à une faible hauteur, redescendent sans accident, remontent à volonté. L'essai était encourageant. Enfin, le 21 novembre, jour mémorable, l'intrépide Pilâtre et son ami le marquis d'Arlandes, qui s'était offert

pour l'accompagner, s'embarquent pour faire le *premier voyage aérien*.

Le ballon avait été transporté au château de la Muette, près de Paris. Il était de grande dimension et vraiment beau, décoré richement de peintures et de dorures, de draperies et de guirlandes, d'aigles aux ailes éployées; gonflé, il offrait l'aspect le plus brillant et le plus majestueux. Le temps était nuageux, le vent fort; on eut grand'peine à contenir le ballon tandis qu'on le gonflait. Une déchirure même se produisit, et cet accident retarda le départ. Enfin les deux premiers hommes pour qui fut créé le nom, inconnu jusqu'alors, d'*aéronautes*, — navigateurs des airs, — montent dans la galerie. Ils sont armés de petites fourches de fer pour saisir les bottes de paille qu'ils ont en provision, et les jeter, à travers une sorte de porte, dans le réchaud, les remuer et exciter la flamme. Ils partent : point de cris, point d'élans de joie et d'enthousiasme, cette fois; tous les cœurs étaient serrés. Les spectateurs, immobiles et muets, levaient les yeux vers les intrépides voyageurs, qui, pour les rassurer, saluaient du haut de leur balcon... Le ballon s'éleva doucement, jusque vers 700 mètres de hauteur, puis le vent l'emporta au-dessus de Paris. — Nos deux voyageurs, placés sur la galerie, l'un d'un côté, l'autre de l'autre, pour faire équilibre, ne pouvaient se voir et se parler qu'en mettant la tête à leurs petites portes, ouvertes vers l'intérieur, du côté du réchaud. Voulaient-ils monter, ils portaient au réchaud quelques bottes de paille; s'ils voulaient descendre, ils laissaient le feu s'assoupir.

Pendant quelque temps, ils glissent au-dessus de la Seine même. Pilâtre s'écrie : « Voici la rivière, et nous baissons! » — « Eh bien, du feu! mon cher ami, » répond son compagnon. Puis c'est une petite secousse qu'éprouve la machine. — « Que faites-vous? dit d'Arlandes; est-ce que vous dansez? » — « Non, je ne bouge pas. » C'était une rafale soudaine qui faisait palpiter les toiles. — Ils se retournent vers l'extérieur

et se penchent au balcon pour regarder au-dessous d'eux; ils voient Paris qui semble fuir, la Seine qui s'éloigne; ils flottent au-dessus des Invalides. Le voyage continue.

Enfin ils ont franchi la ville; au-dessous d'eux est la campagne. Pour le coup, disent-ils, pied à terre! Mais sur le plateau il y avait des moulins à vent, que d'Arlandes, tourné de l'autre

LE PREMIER VOYAGE AÉRIEN.—PILATRE DE ROSIERS ET D'ARLANDES.

côté, ne pouvait pas voir. Casse-cou! Imaginez-vous le ballon venant donner dans les grandes ailes tournantes d'un moulin, le globe déchiré en mille pièces! Le brave de Rosiers crie : « Gare les moulins! » D'Arlandes jette au feu une botte de paille, et attise la flamme : la machine se relève. Un peu plus loin enfin, l'obstacle étant franchi, nos deux vaillants navigateurs laissent arriver à terre : le ballon se pose doucement sur une butte, entre deux autres moulins. — Puis les voilà cherchant à se dépê-

trer des toiles vides et flasques, qui s'affaissent sur leurs têtes et les embarrassent dans leurs plis.

Au nombre des spectateurs du jardin de la Muette était un homme déjà illustre par ses découvertes et son génie : l'immortel *Franklin*, — celui qui fit descendre du ciel le tonnerre... Et comme des amis qui l'entouraient, admirant le courage et l'habileté de nos voyageurs, s'écriaient : « C'est fort beau; mais à quoi cela peut-il servir? » — « C'est l'enfant qui vient de naître, » leur répondit Franklin. Il exprimait par là l'espoir que l'invention merveilleuse, inutile à ce moment comme le petit enfant, pourrait rendre des services, plus tard, quand elle aurait grandi.

La belle *ascension* de la Muette ayant si merveilleusement réussi, d'autres savants et grands personnages voulurent s'élever à leur tour dans les airs. Le premier fut l'ingénieux, l'infatigable Charles, l'auteur des ballons à hydrogène. Dès le lendemain de la première expérience il se met à construire un nouveau ballon, mais beaucoup plus grand que l'autre, et destiné à porter des hommes, — à le porter lui-même, tout d'abord. Celui-ci était magnifique et richement orné. Imaginez un beau globe de neuf mètres de diamètre, formé de bandes de soie cousues comme les côtes de cuir d'un ballon à jouer, et alternativement rouges et jaunes. Par-dessus cette enveloppe brillante, rendue imperméable au gaz par un vernis dont on l'avait imbibée, était jeté une sorte de grand *filet* de ficelle à larges mailles; et à ce filet était suspendu, au moyen d'un certain nombre de cordelettes, ce qu'on appelait alors le *char*, c'est-à-dire une sorte de caisse en osier, assez semblable en effet à la caisse d'une voiture découverte : ce char était peint en bleu, rehaussé d'or. Tout cela était fort brillant. Et, ce qui vaut mieux, c'était admirablement combiné. Au haut du ballon était disposée une *soupape*, c'est-à-dire une sorte de petite porte que l'on pouvait ouvrir à volonté pour laisser échapper une quantité plus ou moins grande du gaz que contenait le globe; les voyageurs de-

vaient emporter avec eux une certaine quantité de sacs de sable qu'ils pourraient vider en route. L'utilité de ces précautions vous sera expliquée plus loin en détail; mais dès maintenant vous devinez qu'en laissant échapper une partie du gaz, on dégonfle le ballon, qui perd ainsi de sa force et tend à descendre; qu'en jetant du sable, on le décharge d'une partie de son fardeau, on l'allège, et par cela même on lui donne une tendance à monter. L'ingénieux Charles avait pensé à tout; pour arrêter, au moment de toucher terre, le ballon que le vent pourrait entraîner, il avait imaginé d'emporter une petite ancre au bout d'un long câble, semblable à celle dont on se servirait pour retenir une barque légère accrochée au rivage.

Le 1er décembre, par une belle et claire journée, le ballon fut apporté, non plus cette fois en un château écarté, mais en plein Paris, dans le vaste jardin des Tuileries. Tout le jardin était rempli de spectateurs; les fenêtres, les balcons, les toits même étaient occupés, les quais, les ponts, les places voisines noirs de monde. Il y avait là quatre cent mille âmes : la moitié de la population de Paris, alors. Le ballon avait été gonflé de gaz au moyen d'un appareil semblable à celui que nous avons décrit, mais plus grand, formé d'une trentaine de tonneaux; malgré un accident survenu pendant le gonflement, à midi tout était prêt. — Le canon tonnait par intervalles, annonçant chaque phase des manœuvres. Au moment du départ le professeur Charles s'approche de Joseph Montgolfier qui assistait aux préparatifs, et lui remettant entre les mains la cordelette qui retenait captif un petit ballonneau tout gonflé,—c'était ce qu'on appelle un *ballon d'essai :* — « C'est à vous, monsieur, dit-il, qu'il appartient de nous montrer la route des airs. » Montgolfier lâche la ficelle; le petit ballon s'envole; tous les yeux le suivent : poussé par le vent, il prend sa route vers l'est, indiquant ainsi la direction que le grand ballon devait suivre également, et semblant montrer d'avance la route aux voyageurs.

Ils montent enfin dans le char : Charles, puis Robert, homme

intelligent et actif qui avait aidé le savant dans ses travaux. On lâche les cordes qui retenaient le globe : le ballon s'élève doucement, majestueusement dans les airs, au milieu du silence anxieux et plein d'admiration de cette foule immense.

Dans une longue et intéressante relation le professeur Charles raconte les impressions, les incidents de son beau voyage. — Le ballon les enlève à une hauteur de six cents mètres environ ; ils flottent dans l'air, emportés par un vent modéré. Ils admirent les beaux paysages au-dessus desquels passe leur char aérien. Tantôt ils s'élèvent plus haut, tantôt ils se rapprochent de terre, et, glissant à portée de la voix, ils engagent la conversation avec les paysans ébahis, effrayés du prodige. Au bout d'une couple d'heures de cette charmante et tranquille promenade, sans un accident, sans une alarme, les deux heureux voyageurs se laissent descendre dans une belle prairie, au village de Nesle, à neuf lieues environ de Paris. Le char touche terre ; une foule rustique, naïvement enthousiaste, les entoure. Puis ce sont de nobles cavaliers qui arrivent au galop ; ils avaient suivi le ballon depuis Paris ! Les deux aéronautes sont comblés de prévenances. — Mais le voyage n'est pas encore fini. Robert descend du char, et le ballon, subitement allégé de tout son poids, s'envole une seconde fois, emportant l'autre voyageur. Cette fois le globe s'élève beaucoup plus haut, jusque vers 3000 mètres. Au moment où il quittait le sol pour la seconde fois, le soleil venait de disparaître à l'horizon ; le ballon, s'élançant avec vitesse, se replongea dans ses rayons qui éclairaient encore les hauteurs de l'air. « A mon départ de la prairie, raconte Charles dans sa relation, le soleil était couché pour les habitants des vallons ; bientôt il se leva pour moi seul et vint encore une fois dorer de ses rayons le globe et le char. J'étais le seul éclairé dans l'horizon, et je voyais tout le reste de la nature plongé dans l'ombre. — Bientôt le soleil disparut lui-même, *et j'eus le plaisir de le voir se coucher deux fois dans le même jour*. Je contemplai quelques instants le vague de l'air et les vapeurs ter-

restres qui s'élevaient du sein des vallées et des rivières. Les nuages semblaient sortir de terre...» — Puis il peint le ravissement inexprimable et l'extase contemplative que lui inspire un spectacle si beau, si nouveau pour des yeux humains. Enfin il redescend encore, et se pose heureusement à terre au milieu d'une vaste clairière, au bois de la Tour du Lay, ayant ajouté à son premier voyage une demi-heure de temps et une lieue de chemin.

Vous connaissez maintenant les deux moyens imaginés pour élever un ballon dans les airs : le feu, le gaz hydrogène; vous venez de lire la relation abrégée des deux premiers voyages aériens. Eh bien, faisons la comparaison, si vous le voulez bien. Voyons, si vous deviez vous-mêmes en réalité faire une petite *promenade dans les nuages*, lequel des deux moyens choisiriez-vous? Pour moi le choix est tout fait. Quelle différence! L'énorme globe de Montgolfier — cela n'ôte rien au mérite du premier inventeur! — est une machine grossière et incommode. Ce feu, qu'il faut emporter avec soi, est un danger continuel : un feu de paille sous un globe de toile et de papier! Viendrait-il à s'éteindre tout à fait, le ballon, vite refroidi, descendrait d'une chute de plus en plus rapide, et peut-être les aéronautes seraient brisés contre terre. Sans cesse occupés à porter au feu des bottes de paille, à les secouer de leurs fourches pour les faire brûler, les voyageurs ont à peine le temps de jeter un coup d'œil furtif au paysage. Allez donc faire des observations en de pareilles conditions!

Avec le ballon à gaz, au contraire, plus petit, plus maniable, point de risque d'incendie; les manœuvres pour la conduite du vaisseau aérien sont très simples, très précises : tirer une ficelle, vider en l'air un sac de sable... L'aéronaute est beaucoup plus maître de son ballon. Le savant et ingénieux Charles a tout inventé du même coup, le matériel au complet et l'art d'en faire usage; si bien qu'on n'y a presque rien ajouté après lui. — Le voyage de Pilâtre et de d'Arlandes est une expérience

dangereuse qui a merveilleusement réussi; leur courage est un élan héroïque d'enthousiasme pour la science : c'est la vaillance téméraire des chevaliers de la légende qui risquaient mille fois leur vie pour accomplir quelque brillante et glorieuse aventure. L'autre a tout calculé, tout combiné. Il y a des dangers, il le sait; mais il les prévoit, et il a mis toutes les chances de son côté. C'est le courage réfléchi du savant qui prépare ses moyens de sauvetage, et ne laisse que le moins possible au hasard. Le voyage de Charles et de Robert, par un si beau jour, devait être et fut en effet une heureuse et paisible promenade.

SUITE DE L'HISTOIRE DES BALLONS

Je ne puis vous raconter les expériences qui suivirent ces deux premiers voyages, ni vous faire en détail l'histoire des ballons : depuis le temps des Montgolfier près de vingt mille voyages aériens ont été faits. Et d'ailleurs j'aurai occasion de vous raconter plus loin les plus curieuses anecdotes, les plus intéressantes aventures des navigateurs de l'air. Je dois encore, cependant, vous citer quelques noms célèbres, et quelques faits qu'on ne peut passer sous silence dès qu'on parle de l'air et des ballons. — Tout d'abord disons que J. Montgolfier, après avoir « ouvert aux autres la route des cieux », suivant l'expression poétique de Charles, s'y élança lui-même l'année suivante dans une belle *ascension* qui eut lieu à Lyon avec un immense ballon à feu appelé *le Flesselles;* — car dès ce temps on prit l'habitude de donner des noms aux ballons, comme aux navires. C'était le plus grand ballon qui eût été fait jamais, jusqu'à ces derniers temps; il avait quarante mètres de diamètre et était magnifiquement orné. Pilâtre et six autres voyageurs accompagnaient l'inventeur; le voyage fut des plus heureux. Puis d'autres aéronautes, célèbres dans l'histoire de

leur art, s'élèvent à leur tour, soit dans des ballons à feu, auxquels on conserva le nom de *montgolfières*, en souvenir de l'inventeur, soit dans des ballons gonflés au gaz : Blanchard, Lunardi, Testu-Brissy, Garnerin qui inventa l'appareil appelé *parachute* et dont nous parlerons plus loin. Même des dames voulurent aussi se promener dans les airs : madame Thible la première, puis madame Blanchard, la femme de l'aéronaute du même nom, madame et mademoiselle Garnerin. Mais peu à peu on abandonna l'usage des ballons à feu, trop dangereux; et depuis on ne se sert plus que de ballons à gaz. Le plus grand changement qu'on ait fait est de remplacer presque toujours le gaz hydrogène, coûteux, pénible à préparer, nécessitant d'incommodes appareils, par le *gaz d'éclairage* lui-même, en grande partie formé d'hydrogène et qu'il est facile de s procurer dans les grandes villes. Le gaz d'éclairage, en effet, est essentiellement constitué d'*hydrogène carboné*, c'est-à-dire d'hydrogène combiné avec une quantité considérable de *carbone*, — de charbon, autrement dit, — mais de carbone en atomes flottants, insaisissables, invisibles, de même que celui qui fait partie de l'acide carbonique de l'air : en sorte que le gaz d'éclairage est transparent comme l'hydrogène, comme l'air lui-même.

Malgré toutes les ingénieuses précautions du savant Charles, malgré certains appareils de sûreté imaginés depuis, il y eut d'assez nombreux accidents; beaucoup de ballons furent déchirés, plusieurs aéronautes, une vingtaine environ sur sept ou huit mille depuis le commencement de l'invention, ont péri tristement. Mais aussi faut-il dire que, dans les premiers temps surtout, de téméraires aéronautes semblaient s'ingénier à augmenter le péril pour le plaisir de le braver : c'étaient des imprudences inouïes, des tours à se rompre mille fois le cou; et c'est miracle que la plupart en aient réchappé ! Jugez plutôt : sans compter ceux qui s'embarquaient juste sur le rivage de la mer, quand le vent pouvait les pousser sur l'océan, c'était Mos-

ment, qui se faisait enlever non pas dans un char creux, mais debout sur une simple plate-forme, sans appui... Un beau jour il est précipité du haut des nues : cela ne pouvait manquer. Une autre fois c'est Testu-Brissy qui s'enlève *à cheval*, sur un cheval non attaché, posé sur une sorte de balcon : s'il eût été précipité aussi, celui-là, on eût pu dire qu'il ne l'avait pas volé! Ou bien c'est madame Blanchard, qui s'élevait de nuit, dans les fêtes, au milieu des illuminations, emportant dans son ballon des artifices qui devaient éclater en l'air... Un jour, le feu prit au gaz de son ballon, et la pauvre femme, précipitée sur les toits, se tua raide. Son mari avait eu plus de bonheur. Le premier il osa tenter la périlleuse aventure de passer la mer en ballon. Parti d'Angleterre avec le courageux docteur Jeffries, il aborda les côtes de France, mais à grand'peine, et après avoir couru mille dangers : je vous raconterai cette histoire.

Le pauvre Pilâtre, *le premier navigateur de l'air*, eut un triste sort. Il avait voulu réunir les deux moyens : le feu, le gaz ; son ballon était un globe rempli de gaz, et au-dessous un vaste sac en forme de cylindre formait une *montgolfière*, dont l'air était échauffé au moyen d'un réchaud. Impossible d'imaginer une combinaison plus dangereuse. « C'est un foyer allumé sous un baril de poudre! » s'écriait le prudent Charles. Mais Pilâtre ne voulut rien entendre; accompagné d'un jeune homme nommé Romain, il partit de Boulogne-sur-Mer pour traverser la Manche et aborder en Angleterre... Son ballon éclata dans les airs, et les deux malheureux jeunes gens, tombant d'une hauteur immense, furent brisés dans la chute.

Mais si plusieurs périrent ainsi, victimes de leur imprudence, quelques autres aussi par suite d'accidents impossibles à prévoir, il ne faut pas cependant s'exagérer le péril ; par un temps qui n'est pas trop défavorable, avec un bon ballon moderne, bien construit, bien conditionné et muni de tous les appareils

nécessaires, un voyage aérien n'est pas plus dangereux, est moins dangereux peut-être qu'une simple promenade en bateau. Et je puis vous citer comme témoin le célèbre aéronaute anglais, Charles Green, qui fit dans sa vie plus de *quatorze cents* ascensions, de jour et de nuit, passa trois fois la Manche... et mourut tranquillement dans son lit à l'âge de 87 ans.

PILATRE DE ROSIERS, LE PREMIER NAVIGATEUR DE L'AIR.

Il y eut aussi, — pour finir gaiement notre récit, — il y eut quelques insuccès célèbres, qui prêtèrent beaucoup à rire, et une multitude de projets, plus inexécutables, plus fous les uns que les autres. En même temps qu'ils enflammaient l'enthousiasme, les *globes volants*, comme on disait alors, et leurs voyageurs aériens prêtaient à mille gaies plaisanteries. On s'amusait à représenter l'aéronaute comme un *chevalier errant*

de l'air, partant pour aller demander un gîte dans quelque planète lointaine, et léger de bagage :

« Dans sa poche un bonnet de nuit,
« Pour la lune un mot de crédit... »
(*Chanson du temps.*)

Si les voyages les mieux réussis excitaient ainsi la gaîté, je vous demande quels éclats de rire, quel feu roulant de plaisanteries accueillaient les expériences manquées! — Un jour, en 1785, un certain abbé Miolan devait s'élever du jardin du Luxembourg à Paris, et naviguer dans les airs avec une merveilleuse facilité, au moyen d'un appareil de son invention. Cela fit grand bruit, et en présence d'une foule énorme la machine fut gonflée... Le ballon, mal combiné, mal construit, ne put pas seulement se soulever de terre. Certains spectateurs, exaspérés, le mirent en pièces. Ce fut, comme on dit vulgairement, un *four*... un four immense. Plus le téméraire inventeur avait promis de merveilles, plus il avait fait sonner la trompette, plus il est accablé de ridicule, raillé, bafoué. On en fit des chansons. — Mais pensez si l'on dut rire, quand un plaisant ingénieux, en faisant l'*anagramme*[1], s'avisa de trouver dans le nom même de l'infortuné inventeur, *l'abbé Miolan*, les mots : *Ballon abîmé!* — Bizarre coïncidence, qui semble un vrai fait exprès; les anciens auraient dit : un présage!

LES BALLONS DU SIÈGE DE PARIS

Voilà donc un siècle que les ballons sont inventés. A quoi ont-ils servi jusqu'ici, demanderez-vous peut-être? Quel service nous a-t-il rendu, cet « enfant » que Franklin vit naître... et qui doit avoir eu le temps de grandir! — Il n'a pas réalisé toutes les

1. *Anagramme :* sorte de jeu de mots qui consiste à retourner les lettres d'un nom pour tâcher de produire, en les combinant autrement, des mots offrant un sens raisonnable.

merveilles qu'en attendaient les enthousiastes spectateurs des premiers voyages aériens; mais il n'a pas été non plus inutile. Les *aérostats* ont rendu de sérieux services à la défense du pays, à la science.

C'était une idée bien naturelle que celle de s'élever à grande hauteur dans un ballon *captif*, c'est-à-dire retenu par des cordes, pour observer de loin, à la guerre, les manœuvres de l'ennemi, connaître son plan de bataille, déjouer ses ruses, dominer les remparts d'une place assiégée. Mais cette opération, comme vous l'imaginez bien, offre mille dangers. Pourtant l'invention des ballons était vieille de quelques années à peine, quand de braves officiers français osèrent les premiers tenter cette aventure périlleuse. C'était en 1794, alors que les jeunes armées de la République tenaient tête à toute l'Europe coalisée contre nous. Sous les ordres d'un savant et intrépide officier nommé Coutelle, des ballons furent construits et transportés à l'armée du Rhin, qui opérait alors aux environs de Maubeuge; un corps d'*aérostiers* fut créé pour exécuter les manœuvres nécessaires, très difficiles au milieu des camps.

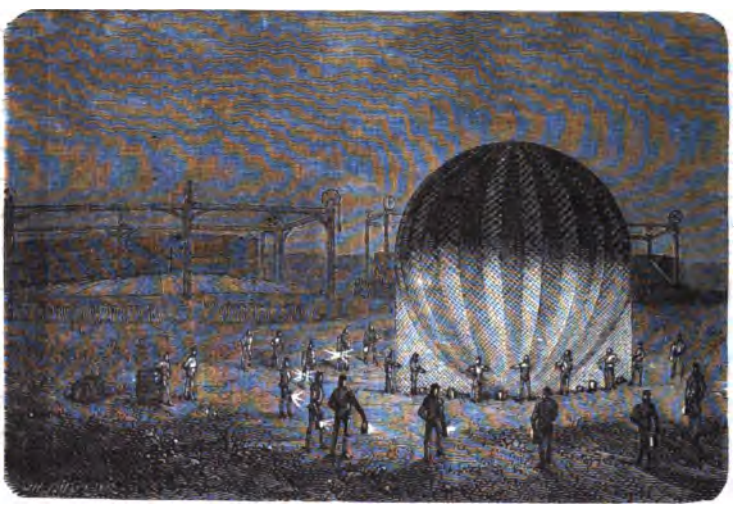
Transporté sur le terrain, au milieu de l'armée, le ballon s'élevait, retenu par deux cordes. Du haut de la nacelle le vaillant Coutelle dominait la campagne, semblait planer sur l'ennemi, déconcerté de tant d'audace, comme un épervier qui plane sur des petits oiseaux. Il surveillait tous les mouvements des troupes ennemies, et par des signaux convenus il les faisait connaître à nos généraux. Les Autrichiens faisaient tirer contre le ballon des coups de fusil, des coups de canon : qu'importe! Parfois aussi quelque rafale s'abattait sur le globe, le ballotait, le rejetait vers la terre, et le heurtait même rudement contre le sol. On ne se laissait pas effrayer. Pendant la bataille de Fleurus le ballon ne cessa de planer au-dessus du champ de mêlée, et les avis que donna Coutelle contribuèrent grandement à la victoire. Croirait-on que depuis, pendant les grandes guerres

du premier empire et jusqu'à nos jours, les généraux aient à peu près abandonné un moyen qui avait rendu de si grands services et pouvait en rendre d'autres plus grands encore?

Mais les temps héroïques des ballons, ce furent les temps, encore tout près de nous, du siège de Paris. Vous étiez bien petits alors, mes jeunes lecteurs; mais nous avons vu cela, nous autres. Ah! laissez-moi m'en souvenir de ces temps terribles, — regrettés pourtant de plus d'un peut-être, — où nous mangions de si mauvais pain noir, mais où nous avions tant d'espoir au cœur! Et comme on se sentait frères, dans le danger commun! — Le canon tonnait de seconde en seconde; les bombes rayaient l'air, la nuit, de traits de feu; et tous les cœurs battaient, non pas de frayeur, mais de patriotique colère. — Les Prussiens, comme vous le savez, avaient investi la grande ville, et les Parisiens frémissaient, renfermés dans Paris comme dans une prison; l'ennemi tenait surtout à isoler la capitale du reste de la France. Tous les chemins étaient coupés; nul moyen de communiquer avec la province, semblait-il, avec les troupes du dehors. Mais il y avait une route que les Prussiens ne pouvaient pas fermer : la route des airs... elle est trop large! On inventa la *poste aérienne*. Quatre jours à peine après l'investissement un premier ballon s'envolait du milieu de Paris, emportant les lettres des assiégés et d'importantes dépêches, passant par-dessus la tête des Prussiens ébahis, hors de portée de leurs canons. Tous les deux ou trois jours il partait un ballon. Mais bientôt on jugea nécessaire, pour mieux dérober nos secrets à l'ennemi, de partir en pleine nuit. C'était tripler le danger.

Figurez-vous une de ces nuits noires et froides de décembre. C'est dans la vaste cour de l'une des *usines à gaz*, dans un quartier retiré et désert. Le ballon est là, déjà tout gonflé; son large dôme s'efface dans l'ombre; des hommes de manœuvre font cercle à l'entour, à distance, avec des lanternes. Point de curieux ici, ni de foule bruyante: les aéronautes seulement, leurs ouvriers, quelques savants peut-être, les courriers qui

apportent les dépêches de la dernière heure. Sans bruit, à la hâte, on achève les préparatifs. Il est onze heures, minuit... L'aéronaute fait de brefs adieux, puis s'assied dans la nacelle. Le ballon se détache de terre, s'enfonce dans la nuit du ciel : en un clin d'œil il est évanoui.— Puis l'homme passe au-dessus de la ville endormie, au-dessus des forts tonnants, au-dessus des bivacs ennemis, dont il voit les feux épars dans la campagne. Le vent l'emporte. Plus rien : l'immensité, le silence, le noir...



PRÉPARATIFS D'UN DÉPART DE NUIT.

Où est-il? Où va-t-il? — Il le saura demain, aux lueurs tardives de l'aube.

Soixante-quatre ballons sont ainsi partis successivement de Paris assiégé; presque tous sont heureusement arrivés hors de portée de l'ennemi, avec leurs précieuses dépêches. Cinq seulement, poussés par le vent vers l'Allemagne ou vers les provinces françaises envahies, ont été pris par les Prussiens; deux se sont perdus dans la mer. Le plus beau de ces périlleux voyages est celui de l'aéronaute Rollier, qui, emporté par un

BALLON DU SIÈGE DE PARIS PASSANT AU-DESSUS D'UN CAMP PRUSSIEN VOYAGE DE MM. A. TISSANDIER, RANC ET FERRAND).

vent de tempête, franchit dans la nuit la Belgique et les abîmes de la mer du Nord, pour descendre au matin... en Norvège!

Voilà des titres de gloire inoubliables pour les ballons et les aéronautes! Mais l'utilité la plus grande, la plus directe que nous devions retirer des voyages à travers l'atmosphère, c'était justement de mieux connaître l'atmosphère même dans ses hauteurs, et les grands phénomènes qui s'y passent, les vents, les tourbillons et les orages. — Ah! que de choses merveilleuses à observer, si curieuses, si utiles à connaître, — et si mal connues encore, depuis le temps que les hommes se fatiguent le cou à lever les yeux au ciel pour tâcher de deviner ce qui se passe là-haut... « Il fallait y aller voir! » disions-nous. Et bien, c'est ce qu'ont fait plusieurs savants courageux, qui se sont élancés dans les airs, au péril de leur vie, jusqu'aux plus grandes hauteurs que l'homme puisse atteindre, pour aller les observer de près, ces choses que nous ne pouvons pas bien voir d'en bas; pour aller « visiter les sources des grêles, les bondes des pluies et l'officine des foudres », comme disait notre ingénieux Rabelais en son vieux langage. Ceux-là aussi ont fait œuvre utile, œuvre glorieuse et méritoire. Et justement c'est de leurs curieuses observations et de leurs brillantes aventures, — plus brillantes en réalité et plus surprenantes que les aventures imaginaires des chevaliers errants des vieilles légendes, — que je veux vous entretenir. Il s'agit pour nous de les suivre par la pensée dans leurs merveilleux voyages, à travers l'immensité de l'atmosphère; tantôt flottant dans l'air bleu, au-dessus des nuages, à des *altitudes*[1] où la terre disparaît; tantôt au milieu des nuées elles-mêmes, enflammées par les rayons du soleil; ou bien emportés par la tempête, à travers les tonnerres et les éclairs, ou encore glissant invisibles dans le ciel noir de la nuit.

1. Hauteurs.

CHAPITRE II

CONSTRUCTION ET GONFLEMENT D'UN AÉROSTAT

DIMENSIONS D'UN BALLON. FORCE ASCENSIONNELLE

Avant de s'embarquer pour une longue traversée, le voyageur aime à visiter, dans le port, le navire sur lequel il va franchir les mers. Avant de vous élever, par la pensée, dans les hauteurs du ciel, vous voudrez connaître en détail la structure de ce merveilleux vaisseau des airs, qui va nous emporter au-dessus des nuages. Vous avez déjà une idée sommaire de la forme d'un aérostat; mais il y a là de si instructifs procédés de construction, de si intéressantes manœuvres et tant de curieux accessoires, que je me reprocherais de vous les laisser ignorer.

Tout d'abord ne perdons pas de vue qu'un ballon, j'entends un ballon capable d'enlever deux ou trois voyageurs, est une grosse, très grosse boule. Un globe qui a seulement 10 mètres de diamètre est considéré comme un petit ballon. Et pourtant, avec les 14 ou 15 mètres de hauteur que cela lui suppose, c'est déjà la dimension assez respectable d'une gentille maison à deux étages au-dessus du rez-de-chaussée, où une famille assez nombreuse habiterait à l'aise. Et ce n'est rien, vous disais-je; on a fait des ballons bien autrement vastes, comme vous le savez déjà; on en a fait d'immenses, de monstrueux, à côté desquels un ballon de taille modeste faisait l'effet d'une poire auprès d'un melon... Je ne parle pas des voyageurs ou des

spectateurs, qui semblent de ridicules petites fourmis se démenant à l'entour. — Quel est donc le géant qui viendra jouer à la paume avec cette balle énorme, et d'une bonne poussée vous la fera bondir à la hauteur des Alpes?

Mais tenons-nous-en aux dimensions ordinaires, de 15 ou 16 mètres de diamètre. Vous trouvez encore cela immense. Pourquoi un tel volume? Parce que si le ballon était plus petit, il n'aurait pas la force d'enlever de terre les voyageurs qu'il doit porter au haut des airs, avec tous les engins dont il sera chargé en outre.

La force qui tend à porter en haut un ballon est, il vous en souvient, égale à la différence qu'il y a entre le poids de la masse d'air dont il tient la place, et son propre poids, — augmenté, bien entendu, du poids de tout ce qu'il contient, de tout ce qu'il emporte. Or l'air est bien léger; et pour en avoir un poids un peu considérable, il faut en prendre un grand volume. — Mais, tenez, pour mieux vous en rendre compte, apprenez à faire le calcul du poids que peut enlever un ballon. Ce sera bientôt fait, car ce calcul est très simple. Voyons; pour ne pas nous perdre dans les gros nombres, et pour rester dans les dimensions qui vous sont familières, supposons qu'il s'agisse d'un ballon minuscule, un tout petit *ballonneau*, comme on en fabrique souvent pour certaines expériences. Nous admettrons qu'il soit parfaitement sphérique; et nous lui donnerons, encore pour simplifier, 1 mètre juste de rayon : 2 mètres de diamètre. Il dépassera déjà en hauteur la tête d'un homme, et en largeur, ses bras étendus. — Je suppose que vous n'avez pas oublié comment on calcule le volume d'une sphère dont on connaît le rayon [1]. Faisant les opérations, je trouve pour la capacité de ma sphère : 4 mètres cubes 188 décimètres cubes, c'est-à-dire 4188 litres. — Eh! c'est déjà la contenance de 23 barriques

1. Il faut élever le rayon au cube, le multiplier par le rapport du diamètre à la circonférence 3,1415, puis encore par 4; enfin diviser le produit par 3.

de Bordeaux, bonne mesure! — Or un litre d'air pèse $1^{gr},3$; c'est donc 4188 fois $1^{gr},3$. Faisant la multiplication, je trouve pour le poids de la masse d'air égale au volume de mon ballon 5444 grammes : un peu plus de 5 kilos.

Maintenant, mon ballon sera rempli de gaz. Il s'agit de savoir combien pèsera ce gaz. Et d'abord de quel gaz remplirons-nous ce ballon? Sera-ce d'hydrogène pur, ou bien de gaz d'éclairage, comme on le fait plus ordinairement? Si c'est de l'hydrogène pur, son poids n'est que de 9 centigrammes environ par litre : c'est merveilleusement léger! — Multiplions donc le poids d'un litre d'hydrogène, 0,09 par 4188 : nous avons 377 grammes. Voilà le poids du gaz. Mais ce n'est pas tout : il y a l'enveloppe, le ballon lui-même, en un mot. Si légère qu'elle soit, il est bien difficile qu'elle ne pèse pas 500 grammes. Puis il y a le filet de soie qui l'entoure : va pour 200 grammes. En tout donc, 1077 grammes, en nombre rond, 1 kilogramme à retrancher de la *poussée* qui tend à faire monter le ballon; reste $4^{k},367$. C'est le poids que peut soulever le ballonneau.

Si nous gonflons notre ballon avec du gaz d'éclairage, qui pèse en moyenne 0,43 centigrammes par litre, ce sera autre chose. Calculant de la même manière, je trouve $1^{k},800$ pour le poids du gaz, et toujours tenant compte des poids de l'enveloppe et du filet, comme précédemment, la différence faite, je trouve seulement cette fois $2^{k},944$, environ 3 kilos.

Mais j'ai eu tort de dire que c'était là le poids que peut soulever notre petit ballon; c'est là, rigoureusement, le poids qui le tiendrait en équilibre, flottant, prêt à monter ou à descendre. Pour que le ballon s'élève, il faudra le décharger de quelques grammes au moins; et encore n'ira-t-il pas bien haut, dans ce cas, pour une raison que plus tard je vous expliquerai. Si j'entends que mon ballonneau s'envole jusque dans les nuages, je lui donnerai 1 kilo ou 1 kilo et demi à porter; et ce sera peut-être encore trop.

Réfléchissant à ceci, vous concluez que, pour porter un

homme, deux hommes, avec tout l'attirail nécessaire, il faut un gros ballon. En effet, faisant le calcul de la même manière, nous trouverions qu'un ballon de 10 mètres de diamètre pourrait soulever à peine de terre un poids de 500 kilogrammes s'il est rempli d'hydrogène pur; seulement 322 s'il est rempli de gaz d'éclairage. — Ce n'est pas assez. Avec 16 mètres de diamètre, j'aurais pour le volume de l'aérostat 2144 mètres cubes; le calcul du poids de l'air me donnera 2787 kilos; celui du gaz d'éclairage 924 kilos. En retranchant encore 250 kilogrammes pour le poids du ballon avec ses agrès à proportion, il reste, différence faite, 1613 kilos. C'est le poids que le ballon peut soulever de terre; c'est la mesure de l'effort avec lequel il tend à s'élever dans les airs; la mesure de ce qu'on appelle la *force ascensionnelle* de l'aérostat. — Observons enfin que, pour une raison qui vous sera exposée plus tard, on doit compter, dans la pratique, sur une force égale aux trois quarts ou aux deux tiers seulement de celle que fournit le calcul. — L'expérience a prouvé qu'une force ascensionnelle de 1500 à 1600 kilogr. est suffisante pour enlever bien haut dans les nuages, et pour une longue promenade, deux ou même trois voyageurs. — Si ce ballon était gonflé d'hydrogène pur, oh! alors *sa force ascensionnelle* serait de 2000 kilogrammes environ; et il pourrait enlever sept ou huit personnes au besoin.

CONSTRUCTION D'UN BALLON

Remarquons dès maintenant qu'on ne donne pas ordinairement à un aérostat la forme d'une sphère parfaite. Pour des raisons de commodité que vous apprécierez mieux bientôt, on le fait s'allongeant et s'amincissant par le bas en façon d'entonnoir; et cet entonnoir se termine par une sorte de *manche* pendante et ouverte que l'on nomme l'*appendice*. De la sorte le ballon présente tout à fait l'aspect d'une immense poire, — ou

mieux encore d'une toupie... l'appendice figurant la queue de la poire ou la pointe de fer de la toupie.

Un ballon à gaz se fait en étoffe. La meilleure étoffe de beaucoup et la seule employée autrefois, c'est le tissu de soie qu'on appelle le *taffetas*. Fine et souple, mince, serrée, légère, très solide, la soie a toutes les qualités avec un seul défaut : et ce défaut, c'est qu'elle coûte très cher. Voilà pourquoi on lui substitue aujourd'hui, le plus ordinairement, la simple *percaline*, une étoffe de coton semblable au vulgaire *calicot*, beaucoup moins résistante, beaucoup moins durable que la soie, mais qui a la qualité d'être à bon marché. Et vous comprendrez qu'on y regarde, quand vous réfléchirez qu'un ballon tel que celui dont nous suivons la construction a près de 8000 mètres carrés de surface. Or un mètre carré de bonne soie vaut 15 ou 17 francs; un mètre carré de percaline quelque chose comme 80 centimes : cela fait une différence! En moyenne, pour le dire en passant, un ballon, tel que celui dont nous parlons, et en simple percaline, coûte encore 6000 ou 7000 francs! C'est un voyage coûteux, comme vous voyez, qu'une promenade aérienne!

Quoi qu'il en soit, il s'agit de tenir emprisonné un être merveilleusement subtil, et qui cherche toujours à s'enfuir : un gaz insaisissable, invisible, un air plus léger que l'air... Par la moindre fêlure d'un flacon, par les *pores* indiscernables des substances en apparence très compactes, il s'évade sans qu'on s'en doute. A travers les mailles du tissu le plus serré il filtrerait, il passerait, ah! comme l'eau à travers un tamis. Le gaz d'éclairage est déjà excessivement difficile à retenir; le gaz hydrogène est dix fois plus subtil et plus fuyant encore. Donc il faut aviser à rendre l'étoffe du ballon, soie ou percaline, *imperméable*, du moins autant que possible. Cela s'obtient le plus souvent, nous l'avons dit déjà, au moyen d'un vernis que l'on étend à l'aide d'un pinceau ou d'un tampon sur l'étoffe, qui imbibe le tissu, et en séchant, empâte les fils, bouche les petits interstices. Parfois on prend la peine de fabriquer une étoffe

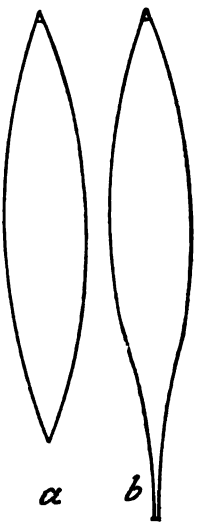
toute spéciale, en superposant deux épaisseurs de tissu avec une mince couche de caoutchouc étalée entre les deux. Les deux tissus, fortement comprimés, collés par le caoutchouc demi-liquide, n'en forment plus qu'un seul, très solide, très difficile à traverser pour le gaz; on ne lui donnera pas moins une couche de bon vernis quand le ballon sera achevé.

L'étoffe, simple ou double, doit être convenablement taillée, puis cousue, pour former l'immense sac. Mais faire un sac sphérique ou à peu près avec des bandes d'étoffe n'est pas chose déjà si facile. Avez-vous observé un de ces petits ballons de cuir avec lesquels jouent les enfants? Avez-vous remarqué comment les bandes de cuir dont il est formé sont taillées en pointe, et comment elles sont assemblées? Examinez plutôt encore une sphère *géographique*, un de ces *globes terrestres* dont on se sert dans les écoles. La boule est faite en une sorte de carton; puis il a fallu coller dessus le papier sur lequel est imprimée la carte. Or une bande de papier un peu large, quelle que soit sa forme, ne peut pas se coller exactement sur une sphère. Pour couvrir ce globe, on a donc taillé de minces et étroites bandes de papier, plus larges au milieu, pointues aux extrémités, et qui, collées sur la sphère, y prennent la forme des côtes d'un melon... Si bien assemblées qu'elles soient, en y regardant de près vous distinguerez les joints qui sont dirigés suivant les méridiens de la sphère.

Eh bien, un ballon se fait de même en assemblant un certain nombre de bandes d'étoffe taillées qu'on appelle des *fuseaux*, en raison de leur forme allongée, pointue aux deux extrémités, courbe sur les deux côtés. Ces bandes formeront des espèces de *côtes de melon* qu'on fera de différentes couleurs si l'on veut, dans un but d'ornement; et les coutures qui les joindront figureront aussi sur le ballon des *méridiens*. — Vous remarquez déjà que beaucoup de mots désignant les lignes et les parties du *globe terrestre* ont été appliqués ingénieusement aux *globes aériens*, aux ballons : c'est une coutume très

rationnelle et fort commode, que nous suivrons désormais.

Un aérostat de la taille de celui que nous avons en vue se fait ordinairement de 24 ou de 32 fuseaux, suivant la *laize* (largeur) de l'étoffe employée. La première chose à faire est, bien entendu, de calculer la longueur et la largeur que doivent avoir les fuseaux pour former un globe ayant juste les dimensions choisies; on n'oubliera pas de tenir compte de la largeur que prendront les coutures : il faut penser à tout! — Puis, à l'aide de procédés géométriques assez simples et qu'il n'est pas nécessaire de décrire ici, on trace sur une longue bande de carton la figure du fuseau. Si on veut que le ballon ait la forme de poire, non pas celle d'une sphère parfaite, les fuseaux devront être plus allongés vers le bas, et ne pas se terminer de ce côté en pointe aiguë. — Le fuseau tracé, on découpe le carton suivant la ligne marquée à son contour, et on a un *patron* tout semblable, pour l'usage, au patron de papier sur lequel la couturière taille son étoffe pour donner aux pièces d'un vêtement la forme et la grandeur qu'elles doivent avoir. — Voulez-vous connaître en détail l'opération de la coupe des fuseaux? Rien de plus simple. On étale sur une table plusieurs doubles superposés de l'étoffe, on les dresse bien, on couche dessus le patron de carton; on maintient le tout avec des poids, pour empêcher que l'étoffe ne se dérange. Puis avec un *tranchet* de cordonnier bien affilé, un simple couteau si on aime mieux, on coupe net en suivant les bords du patron. De la sorte plusieurs fuseaux sont taillés en même temps.



a, FUSEAU DE BALLON SPHÉRIQUE. — *b*, FUSEAU DE BALLON AVEC CONE ET APPENDICE.

L'opération qui consiste à les coudre est bien autrement lon-

gue et dispendieuse. Voyez ce dessin qui représente l'atelier de couture pour la construction d'un grand ballon. Que d'animation! Comme on s'empresse, comme on se hâte! Que d'ouvrières assises autour de ces tables où les bandes d'étoffe sont étalées! — C'est qu'il y a fort à faire pour assembler les fuseaux d'un ballon, même de taille moyenne. — Tenez, calculons. Pour notre ballon de 16 mètres, il y aura 32 fuseaux, donc 32 cou-

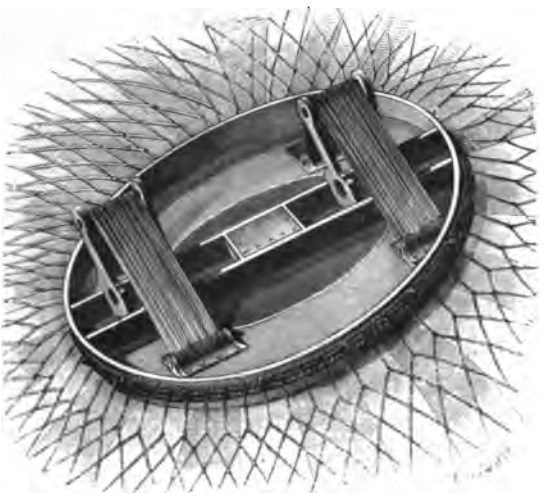
COUTURE DES FUSEAUX D'UN BALLON.

tures, qui formeront 32 demi-méridiens ou 16 méridiens entiers. Or le méridien d'une sphère de 16 mètres de diamètre a une circonférence de 50 mètres environ; à cause de la forme allongée du ballon comptons 55 mètres. Multipliant par 16, nous trouvons quelque chose comme 850 mètres. Mais comme chaque couture, pour plus de solidité, se fait double, deux lignes de points se suivant parallèlement à petite distance, il faut doubler; et nous avons 1760 mètres. Encore n'avons-nous pas compté les coutures en travers, car le plus souvent chaque fu-

seau se fait de plusieurs pièces. En tout donc, presque 2 kilomètres, une demi-lieue de couture!

Les fuseaux assemblés par la couture, l'aérostat présente l'aspect d'un grand sac flasque... Il faut maintenant attacher à l'extrémité qui sera le *pôle* supérieur du globe une pièce importante : la *soupape*.

Imaginez une petite lucarne toute ronde, de 40 centimètres



LA SOUPAPE D'UN BALLON.

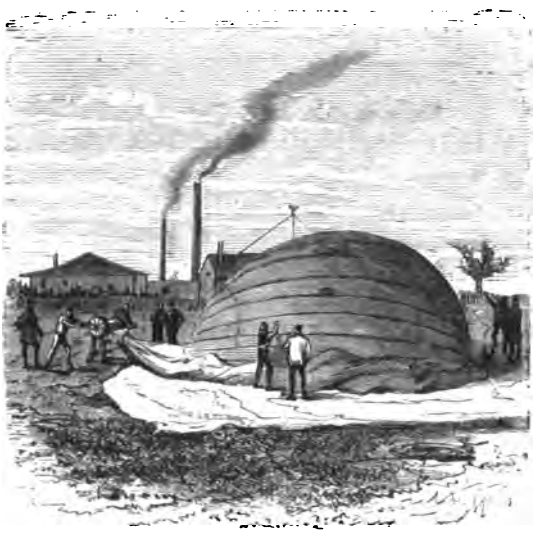
de diamètre environ, traversée en son milieu par un barreau; pour la fermer deux petits volets de bois, à l'intérieur, figurant chacun un demi-cercle. Ces volets sont fixés à charnières sur la traverse qui sépare en deux le cercle de la lucarne. Cette lucarne, c'est la soupape, et les petits volets sont ce qu'on appelle les *clapets*. Ils sont garnis à l'entour d'un bourrelet de caoutchouc, pour qu'ils ferment bien exactement contre le cercle de bois qui forme le contour de la soupape. A l'extérieur, des ressorts d'acier ou des bandes épaisses de caoutchouc tendues fortement tirent les deux volets et les maintien-

nent fermés. A l'intérieur, au contraire, deux cordelettes, qui se réunissent un peu plus loin en une seule corde, sont attachées à chacun des deux volets, de telle sorte qu'en tirant sur la corde on force les clapets de s'entr'ouvrir ; les ressorts les referment aussitôt qu'on lâche la corde. Voilà, disais-je, une pièce importante : la soupape, voyez-vous, c'est pour le ballon comme la bride et le mors pour le cheval... Vous verrez plus tard de quelle façon fonctionne cet appareil, quand et comment il faut s'en servir. On a donc assujetti cette soupape à sa place, au *pôle* de l'aérostat, en liant fortement les extrémités des fuseaux autour de son cercle de bois; le tout bien serré, bien calfeutré. Cela fait, le *gros œuvre* de la machine est achevé; le corps du ballon est construit. Maintenant il s'agit de le rendre imperméable en étendant le vernis sur l'étoffe. Ce vernis, le plus ordinairement, est tout simplement formé d'huile de lin, qui est *siccative*, c'est-à-dire qui a la propriété de sécher assez vite à l'air en formant une sorte de gomme ne collant plus aux doigts, tandis que la plupart des autres huiles restent très longtemps coulantes; en un mot, c'est cette huile même dont on se sert pour délayer les couleurs pour la peinture à l'huile. De plus elle doit être *cuite*, c'est-à-dire qu'elle doit avoir longtemps bouilli, additionnée d'une petite quantité d'une sorte de rouille de plomb qu'on appelle *litharge*. D'autres aéronautes préfèrent un vernis au caoutchouc, que l'on fabrique en faisant dissoudre, avec toutes sortes de précautions, des morceaux de caoutchouc dans un liquide très inflammable et d'odeur puante, employé aussi dans la peinture : *l'essence de térébenthine*. Cet enduit sèche avec rapidité. — Il existe encore d'autres vernis à ballon; mais ils sont moins usités.

Le vernis préparé, il s'agit d'en imprégner l'étoffe; et il convient de l'enduire des deux côtés, à l'endroit et à l'envers. On va donc peindre le ballon à larges coups de pinceau, avec la mixture épaisse, étendant le vernis avec le plus grand soin, tamponnant pour le faire bien pénétrer dans le tissu et dans les

trous d'aiguilles des coutures. On le laisse sécher, puis, si on le juge utile, on retourne le sac comme un gant, pour l'enduire sur l'autre côté, et on laisse sécher encore. Tout cela est assez long et minutieux.

Il y a une opération curieuse que l'on fait parfois pour mieux s'assurer si le vernissage remplit bien son effet, si tous les plus petits trous par où le gaz subtil pourrait s'en-



GONFLEMENT D'UN BALLON AVEC DE L'AIR AU MOYEN DU VENTILATEUR.

fuir ont été bien obstrués; ou bien encore, lorsque le ballon, ayant déjà servi, il s'agit de le réparer. Cette opération consiste à gonfler le ballon avec de l'air, absolument comme on gonfle une vessie à l'aide d'un soufflet. Mais pour cette fois un soufflet, même un soufflet de forge, ne suffirait pas; on emploie pour *insuffler* de l'air dans l'immense vessie un appareil que l'on nomme *ventilateur*. Vous savez tous ce que c'est qu'un *tarare*, cet instrument agricole qu'on emploie pour *venter* le grain. Dans une caisse de bois arrondie à son

contour est renfermée une sorte de roue formée de quatre larges palettes de bois, fixées sur un axe que l'on fait tourner rapidement à l'aide d'une manivelle. En tournant, ces quatre palettes, comme quatre larges éventails vivement agités, chassent l'air vers le contour de la caisse; et d'un côté est pratiquée une ouverture par laquelle l'air chassé s'échappe, entraînant de son souffle rapide les paillettes, les poussières mêlées au grain. Vous savez donc ce que c'est qu'un *ventilateur;* imaginez seulement la machine plus petite, construite avec plus de précision, tournant plus rapidement et lançant l'air avec plus de force. Le ballon a été couché doucement sur une vaste toile étendue à terre; l'ouverture de la manche (appendice) est adaptée au tuyau du ventilateur. Deux hommes tournent les manivelles; la machine souffle, l'air entre; on voit le ballon se soulever peu à peu, s'arrondissant de plus en plus. Bientôt il a pris la forme d'une demi-boule, — celle d'une grosse bulle qui flotte à la surface d'une mare. L'étoffe tendue se montre lisse et bien dressée. Mais que vois-je? Un homme se glisse, — s'empoche, passez-moi l'expression, — par la manche de l'appendice qu'on vient de détacher du ventilateur; on voit à ses mouvements, à travers l'étoffe agitée, qu'il cherche à se dépêtrer des toiles. Le voilà arrivé à l'intérieur... Qu'on referme vite l'ouverture de la manche, qu'on l'attache avec des cordes si on ne veut pas que l'air qui gonfle le ballon s'échappe complètement et que la toile s'aplatisse sur le dos du visiteur. Celui qu'on enferme ainsi dans le sac à demi gonflé d'air, c'est un des aéronautes sans doute. Il vient faire son inspection, vérifier le bon état des toiles auxquelles sa vie sera suspendue. Sage mesure de prudence! Et puis un ballon vu de l'intérieur, ce doit être un spectacle assez curieux. Les toiles s'arrondissent en un beau dôme au-dessus de la tête du visiteur. On voit très clair à l'intérieur; car les étoffes minces et vernies sont translucides, demi-transparentes. C'est de là qu'on voit bien toute la construction de la machine aé-

rienne, ensemble et détails : les assemblages des fuseaux, et les lignes des coutures, et jusqu'aux piqûres d'aiguilles s'il y en a qui ne soient pas bien bouchées ! Un endroit clair et faible dans les tissus, ou mal imprégné de vernis, se reconnaît tout de suite. « Ici une pièce ! là un bon coup de pinceau ! » Fait-il du soleil, on distingue à travers l'étoffe les ombres, projetées sur la toile, des assistants ou des ouvriers qui inspectent, eux aussi, le ballon, mais à l'extérieur ; on a la représentation de leurs gestes, on entend leurs voix...

Vous avez déjà remarqué dans les dessins que nous avons donnés des premiers aérostats à gaz et dans les descriptions sommaires que nous en avons faites, ce réseau de ficelle à grandes mailles, semblable à un filet de pêche ou bien encore à certaines résilles de soie dont les femmes couvrent leurs cheveux, qui enveloppe toute la partie supérieure du globe, et auquel est suspendue la *nacelle*. Et peut-être vous êtes-vous demandé ce que vient faire là cet engin de pêche... A quoi bon ? Pourquoi ne pas attacher tout bonnement la nacelle au ballon ? — Mais réfléchissons. La nacelle chargée de ses voyageurs, avec les instruments, les agrès, c'est un poids considérable. Or, si cette nacelle était attachée à l'étoffe même du ballon, le poids porterait sur les points d'attache seulement ; et alors, infailliblement, l'étoffe se déchirerait sous l'effort à ces endroits. Au lieu de cela, l'effort que fait le ballon pour monter se transmet par tout ce vaste dôme de l'*hémisphère supérieur* à toutes les mailles du filet, raidit bien également toutes ses fines cordelettes ; et le poids suspendu au filet n'appuyant trop fortement en aucun point, mais également partout, ne tiraille ni ne déchire l'étoffe. En outre, l'effort que fait le gaz pour s'échapper tend à faire crever l'enveloppe peu résistante ; le réseau qui l'entoure maintient cette enveloppe, la consolide, l'empêche d'éclater sous la pression. Le filet est donc une pièce essentielle, indispensable.

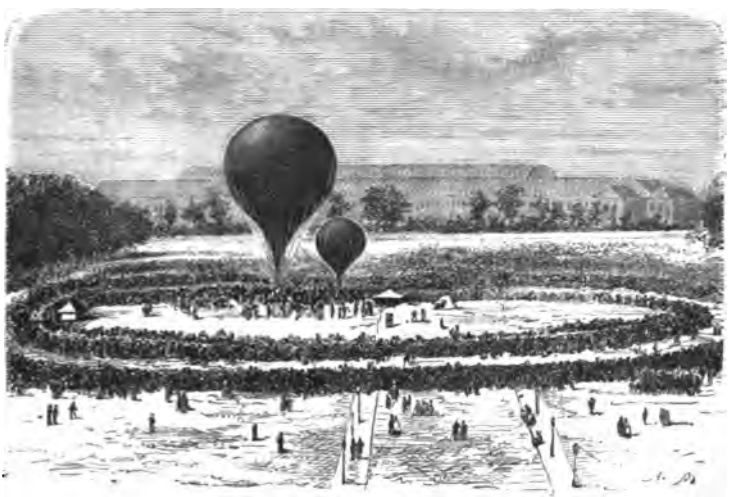
Il a été tissé maille à maille, avec une ficelle fine, forte et

légère, et dans la forme convenable; il doit être assez vaste, non seulement pour recouvrir tout l'hémisphère supérieur, mais pour descendre même encore beaucoup au-dessous de l'*équateur* du ballon gonflé... A son tour le filet se termine par un certain nombre de grandes dentelures où les ficelles des mailles, *cueillies* en pointe avec des ficelles plus fortes, sont attachées à autant de longues cordelettes, minces, mais fortes pourtant : c'est à ces cordelettes que sera suspendue la nacelle. Tel que le voici étendu par terre, il ne ressemble pas mal à une immense toile d'araignée... On attache solidement le milieu du filet, — la place de l'araignée, — autour du cercle de la soupape; puis on le ramène sur le ballon, qui, flasque, emmaillotté dans son réseau allongé, figure maintenant, comme me disait un enfant assistant un jour avec moi à ces préparatifs, « un sac dans un sac. »

GONFLEMENT. — ACCESSOIRES ET PRÉPARATIFS

L'ascension d'un aérostat, ou, comme on dit vulgairement, le lancement d'un ballon, ah! c'est bien certainement un beau spectacle, émouvant et curieux, des milliers de fois donné, depuis l'invention de Montgolfier, au public des grandes villes, surtout aux Parisiens. C'est le plus souvent sur quelque vaste esplanade, au milieu d'une foule immense, mouvante, impatiente en même temps et attentive. Toute la ville est accourue là pour voir; on se presse, on se pousse, la place est noire de monde. Déjà l'énorme globe se balance au-dessus des têtes. Tous les yeux sont levés : encore retenu à terre, il semble déjà planer dans l'air. On admire sa forme gracieusement arrondie, son volume. On se demande pourquoi il ne part pas... — « Que font-ils donc là-bas? » — « Je ne peux pas voir ». — « Moi non plus. » — « On dit qu'on attache la nacelle. » — « On dit qu'il y en a encore pour une bonne heure. » — « Non, ils vont partir tout de suite. »

— « Je suis fatigué de regarder en l'air. » — Tout à coup, au moment où on ne s'y attendait plus... « Ah !!!... » Un cri, — non, plutôt comme un immense soupir, s'élance de cent mille poitrines ; surprise, joie, émotion, admiration.... Le beau globe s'est détaché de la terre ; il monte, rapide ; il diminue, diminue à vue d'œil. Ce n'est plus déjà qu'une bulle de savon flottante, qu'on perd de vue parfois, puis qu'on retrouve comme une petite tache grise, ronde sur le fond du ciel, et qui va dis-



LE DÉPART DU GRAND BALLON LE « GÉANT » ET DU PETIT BALLON « L'HIRONDELLE, » AU CHAMP DE MARS, A PARIS. (23 JUILLET 1867.)

paraître enfin dans les nuages. On se sent le cœur battre en pensant qu'il y a des hommes là-dedans...

C'est un beau moment, certes. Mais de tous les préparatifs, du gonflement du ballon, de la disposition des agrès et des accessoires, des manœuvres curieuses du départ, on n'a rien vu : il y avait trop de foule. — Et pourtant c'est tout cela qu'il eût fallu voir !

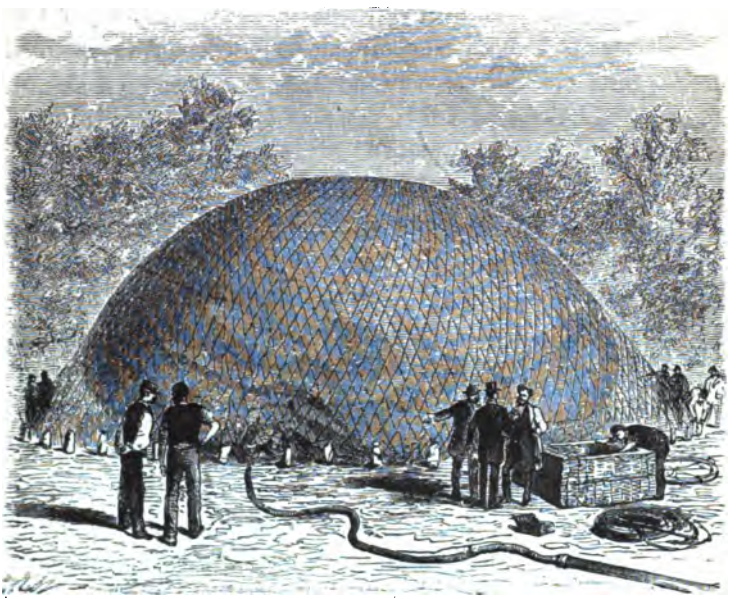
Or, lorsqu'il s'agit non pas d'une simple promenade d'agrément dans les airs, mais d'une véritable excursion scienti-

fique, lorsqu'il faut disposer des instruments délicats, préparer des observations, toute cette foule autour de soi, ce bruit, ce mouvement, c'est gênant, c'est étourdissant pour des gens qui ont tant de choses à penser au moment du départ. C'est pourquoi presque toujours alors les savants aéronautes choisissent de préférence, pour leur lieu de départ, un endroit plus tranquille, une enceinte fermée, telle que le jardin de quelque grand établissement scientifique, par exemple. Là tout se fera avec calme et sans distraction. Avec ceux qui sont chargés de diriger les opérations, quelques *hommes d'équipe*, ouvriers intelligents et adroits, habitués à la manœuvre, prompts à comprendre, vifs à exécuter; puis un petit nombre de spectateurs, presque tous hommes de science, c'est toute l'assistance. « C'est là que l'on doit bien voir ! » pensez-vous en vous-même. Eh bien, justement, c'est là que je vous invite. — Car vous savez qu'une grande ascension scientifique a été projetée; on doit faire des observations importantes et très curieuses. Ce ballon que nous avons vu construire y était destiné, vous ai-je dit. De longs préparatifs ont été faits; tout est disposé. On a attendu le moment favorable. Le temps est beau, le ciel clair, quelques nuages seulement dans l'azur; un soleil brillant, un vent modéré, une longue et chaude journée d'été, c'est un vrai temps de promenade aérienne : on part aujourd'hui même. Nous serons du petit nombre des spectateurs privilégiés; vous verrez tout, pas un mouvement ne vous échappera, et je serai là pour tout vous expliquer.

On a donc choisi un endroit suffisamment dégagé d'arbres et d'autres obstacles, abrité du vent autant qu'il se peut, un sol bien aplani. Ils eût été bon d'y étendre une vaste toile afin de préserver l'étoffe délicate. Le ballon a été apporté, enveloppé dans son filet; on l'a déposé à terre sur l'aire ou sur la toile, en étalant avec soin l'étoffe et le filet. Puis on a dégagé de dessous l'*appendice*, la *manche;* on y joint le tuyau flexible par lequel s'introduira le gaz. Enfin, le plus souvent, surtout si

on craint le vent, on dispose des cordes avec des poulies, attachées à quelque endroit élevé, soit aux arbres, soit aux édifices, pour soulever un peu le ballon lorsqu'il commencera à se gonfler et l'empêcher de se balancer trop fortement.

Nos aéronautes ont décidé que le ballon, cette fois, serait gonflé au gaz d'éclairage. Pourquoi? C'est, ont-ils dit, tout



COMMENCEMENT DU GONFLEMENT D'UN BALLON.

d'abord par économie ; mais c'est plutôt encore pour plus de commodité et de promptitude. Car la préparation du gaz hydrogène pur est une opération non-seulement très dispendieuse, mais pénible, assez lente ; il faut construire des appareils spéciaux. Le gaz d'éclairage, au contraire, est prêt au moment où on en a besoin : il n'y a qu'à tourner un robinet.

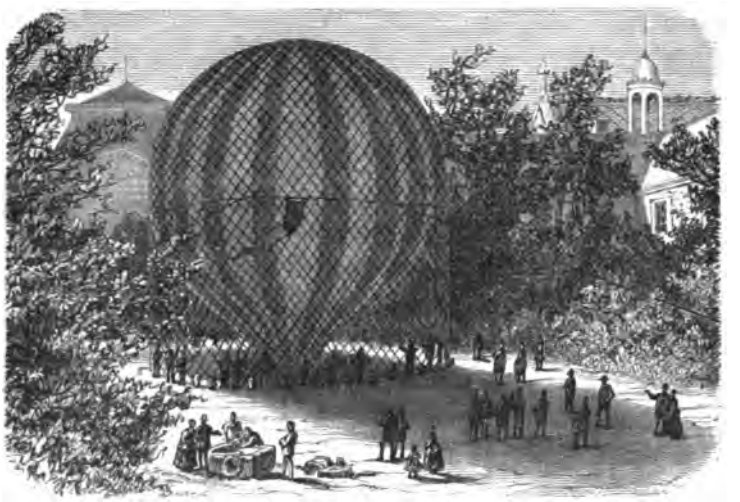
La force ascensionnelle est moindre, il est vrai ; mais avec les

dimensions du ballon que nous avons décrit, elle sera plus que suffisante. Donc on a *branché*, c'est-à-dire ajusté, sur l'un des conduits qui amènent le gaz pour éclairer la ville, un assez long et gros tuyau flexible en caoutchouc, que vous voyez là gisant à terre et dont l'extrémité est liée à l'appendice. On ouvre le robinet du conduit; et voilà que le gaz, arrivant des grands *gazomètres* (réservoirs à gaz) de l'usine par les tuyaux souterrains, afflue par la *manche* de caoutchouc et pénètre par l'appendice : le gonflement est commencé. — Déjà vous voyez la toile flotter, puis se soulever, se tendre, se bomber peu à peu. Le *monstre*, — je ne puis m'empêcher de penser à cette bonne histoire du ballon de Gonesse, — la *bête* s'enfle, grossit, commence à prendre un aspect formidable !

Tandis que l'enveloppe, soulevée par le gaz, s'arrondit en dôme et arrive à ressembler, ma foi, assez bien, à la carapace d'une énorme tortue, suivons les détails de la manœuvre. Autour du filet qui se tend, voyez-vous, rangés debout, en cercle, de petits sacs? Ce sont des sacs pleins de sable, liés à la gorge et pourvus chacun d'un crochet. Accrochés aux mailles du filet, ils pèsent sur le ballon et le retiennent; ils l'empêchent de céder trop facilement à l'effort du gaz qui déjà tend à le soulever. A mesure que les toiles se développent et que le ballon s'arrondit, les hommes d'équipe décrochent les sacs pour les accrocher quelques mailles plus bas. De la sorte, toujours maintenu, le ballon s'enfle régulièrement, sans secousse, et graduellement s'élève.

Mais déjà le voici entièrement soulevé au-dessus du sol. — Éloignons-nous un peu pour mieux juger de sa forme. Le globe oscille légèrement; on dirait qu'il s'agite d'impatience et qu'il a hâte de quitter la terre. Comme il s'envolerait, en effet, s'il pouvait seulement se dégager ! Mais son vaste réseau, toujours chargé de sacs de sable, le retient captif comme une alouette sous le filet de l'oiseleur... De plus, pour mieux contenir ses efforts, pour l'empêcher d'osciller trop facile-

ment et de se jeter sur le côté au moindre souffle de brise, quatre longues cordes, tendues obliquement, le rattachent à la terre. Vous les voyez, nouées d'une part à un autre cordage qui, entrelacé aux mailles du filet, forme ceinture à mi-hauteur de l'aérostat, dessinant l'*équateur* du globe; — et c'est pourquoi ces cordes de retenue sont aussi appelées *cordes d'équateur*. Pour ce moment elles sont liées bien fortement



ACHÈVEMENT DU GONFLEMENT.

par leur autre extrémité à des troncs d'arbres ou à de gros piquets solidement enfoncés en terre.

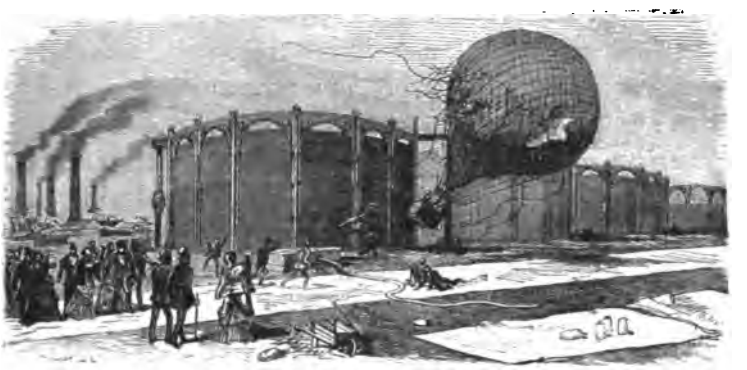
Et maintenant, pour quelque temps encore, patience : un ballon ne se gonfle pas en un clin d'œil. Savez-vous bien que pour remplir convenablement notre globe, il nous faut de 1400 à 1500 mètres cubes de gaz, — de quoi éclairer toute une nuit une petite ville? Or, pour que cette quantité considérable de gaz arrive par d'étroits conduits, il faut un certain temps; trois ou quatre heures, au moins, si tout va bien.

Si tout va bien : car l'opération du gonflement d'un ballon

n'est pas toujours chose facile et sans risques. Les difficultés, les dangers même, quand il y en a, viennent presque toujours de la même cause : le vent. Le vent est-il un peu fort, si bien abrité que soit le ballon, il devient presque impossible de le maintenir immobile. Songez-vous quelle prise donne au vent cette immense surface de toile, plus vaste que la grande voile d'un navire ! Le globe tourmenté s'agite avec violence dans ses liens; il faut multiplier les cordes de retenue. Et alors on ne peut plus les attacher à des obstacles; les saccades les feraient casser net; il faut que des hommes nombreux les saisissent et les maintiennent. Parfois on a vu plus de soixante ou quatre-vingts hommes vigoureux s'épuiser en vains efforts pour maîtriser le ballon qui bondissait furieux... En pareilles circonstances les manœuvres deviennent difficiles et lentes, comme vous le pensez bien; et c'est du bonheur encore s'il n'arrive pas quelque accident plus grave. Les toiles palpitent aux rafales, battent à grand bruit; on craint à chaque instant qu'elles ne se déchirent, que le globe ne s'entr'ouvre : la chose est arrivée plusieurs fois. Plus d'une fois, rompant ses liens ou les arrachant aux mains des hommes d'équipe, se jetant sur le flanc, puis rebondissant avec violence, on l'a vu se heurter aux angles des édifices, aux branches des arbres; l'enveloppe craquait de toutes parts, l'aérostat, dégonflé en un clin d'œil, s'affaissait, mis en lambeaux, déchiqueté peut-être en minces lanières. — Un jour, il y a quelques années, d'habiles aéronautes étaient en train de gonfler leur ballon, un globe de dimension médiocre. Ils avaient choisi pour lieu d'expérience l'usine à gaz elle-même, et s'étaient installés tout près des réservoirs du gaz, afin d'être servis mieux et plus vite. Tout allait bien, le ballon était gonflé, on allait partir : tout à coup, au moment où on s'y attendait le moins, une rafale le saisit, le couche sur le flanc. Les ouvriers veulent le retenir : impossible; il les emporte dans ses bonds furieux, les enlève de terre, suspendus aux cordages. Le filet s'accroche aux engins du *gazomètre* voisin, l'enveloppe

crève,— et, comme le dit le spirituel aéronaute, les assistants, venus pour voir un départ, ont le spectacle d'un naufrage !

Ah ! autre danger encore : le feu. Vous n'avez pas oublié que le gaz qui remplit le ballon est celui-là justement qu'on appelait autrefois *air inflammable*... Inflammable, il l'est, vous savez jusqu'à quel point, si vous avez vu allumer un bec de gaz. Donc ni lampe, ni feu d'aucune sorte auprès d'un ballon en voie de gonflement, fût-ce en pleine nuit. Avis aux spectateurs : que nul ne s'avise d'allumer une pipe ou un cigare, et



NAUFRAGE AU DÉPART.

cela sous peine... sous peine de mort peut-être. Vous avez entendu : une seule étincelle que le vent emporterait de ce côté pourrait... Ah ! quelle belle flamme cela ferait, si le feu allait prendre à cette énorme masse de gaz ! Quelle gerbe de feu ! Et quelle explosion épouvantable peut-être, si le vent, pénétrant dans l'aérostat, venait mélanger l'air au gaz ! Un tel accident arriva, il y a quelques années, en Amérique. Une autre fois ce fut le magnifique ballon *le Colosse*, monté par le célèbre aéronaute Godard, qui flamba comme une allumette ; et cela encore pour une pipe de tabac ! Mais c'était à l'arrivée, non pas au départ, et en rase campagne, heureusement. — Eh ! com-

ment faire aussi ? On était en Italie, près de Florence; l'aéronaute ne savait pas l'italien; les paysans qui étaient accourus autour du ballon gisant à terre, pour le voir, pour aider à le dégonfler, ne savaient pas le français, bien entendu. Impossible de faire comprendre à ces gens-là quel danger ils courent. On veut leur arracher leurs pipes, ils se débattent comme de beaux diables : si bien qu'une étincelle s'envole, le gaz qui sortait à flots prend feu... Il y eut quelques barbes roussies, dit-on. Mais dans un espace étroit et encombré de bâtiments on n'en eût pas été quitte à si bon marché, sans doute! — Enfin un dernier conseil de prudence : sachez que le gaz d'éclairage, respiré en grande quantité, est *asphyxiant;* nous nous abstiendrons donc d'aller flairer, sans nécessité et sans précaution, autour des ouvertures par où l'hydrogène carboné pourrait s'échapper, afin qu'il ne nous arrive pas ce qui arriva aux savants aéronautes Bixio et Barral, lesquels faillirent être asphyxiés au milieu des airs par le gaz sortant à flots à travers l'appendice ouvert de leur ballon.

Tandis que nous devisons, le gaz afflue sans cesse. La partie supérieure du globe apparaît parfaitement arrondie et bien tendue; l'étoffe se montre raide et lisse entre les mailles: c'est à cet endroit que s'exerce la pression du gaz qui fait effort pour soulever la machine; à la partie inférieure, au contraire, les toiles sont encore flasques et flottantes. Pourtant l'aéronaute vient de donner l'ordre d'arrêter le gaz. — C'est qu'un ballon ne doit jamais être complètement gonflé au départ, et cela pour une raison qui vous sera expliquée en son lieu. Surtout s'il s'agit de s'élever bien haut dans l'air et de faire un long voyage, il doit être rempli aux trois quarts tout au plus, ou mieux, aux deux tiers seulement. Et c'est là justement pourquoi la force ascensionnelle demeure, ainsi que nous l'avions dit, d'un quart ou d'un tiers moindre que celle qu'aurait donnée le ballon entièrement gonflé, complètement sphérique. L'opération du gonflement est donc terminée; et voilà qu'on va disposer les agrès, les accessoires que

vous voyez épars à l'entour ; tout d'abord le *cercle* et la *nacelle*.

Le cercle est un grand anneau de bois, tout semblable à un cercle de tonneau d'un mètre et demi à deux mètres de diamètre, mais beaucoup plus large et plus fort. Quant à ce *char aérien* que les aéronautes désignent sous le nom poétique de *nacelle*, je vous demande, — pour une fois, — la permission de l'appeler de son vrai nom : le *panier*. Imaginez un énorme panier à vaisselle, en osier... Seulement sa construction est plus

LES DERNIERS PRÉPARATIFS. — LA NACELLE, L'ANCRE

solide, en même temps plus lourde et moins élégante que celle de l'ustensile de ménage dont nous tirons notre comparaison. Dans l'intérieur sont deux petits siéges, à mi-hauteur, tenant aux parois de la corbeille, et fabriqués en même temps ; enfin les cordes destinées à suspendre le tout sont tressées dans l'osier même. Ainsi construite, toute à jour comme un panier qu'elle est, — peu importe, puisqu'elle n'est pas faite pour flotter sur les eaux, — la nacelle, si elle manque de grâce, est parfaite de solidité, ce qui vaut mieux ; très légère en proportion de sa force, élastique pour résister aux chocs, commode autant que pos-

sible pour un si étroit espace. — Le ballon n'est plus retenu que par les cordes d'équateur, auxquelles se cramponnent les hommes d'équipe; on le laisse se soulever un peu au-dessus de terre. Aux cordelettes pendantes du filet, que l'on cueille en une sorte de gerbe à peu près à la hauteur de l'extrémité de l'appendice, on attache d'abord le cercle; puis au cercle on suspend à son tour la nacelle. Les boucles étant formées aux cordes, il n'y a plus qu'à faire passer dans leurs *œils* réunis de petites chevilles de bois : toutes les dispositions ont été prises à l'avance pour qu'au dernier moment l'ajustage se fasse rapidement et sans encombre.

Qu'est-ce encore que ceci ? C'est l'*ancre* au bout de son long câble; un accessoire indispensable, comme vous le verrez plus tard : une jolie petite ancre, toute semblable de forme à celle dont on se sert pour retenir un navire, mais légère, et toute d'acier pour avoir plus de force. D'autres aéronautes préfèrent un *grappin* à cinq ou six crochets, également d'acier. L'extrémité du câble de l'ancre *s'amarre* solidement au cercle; puis le câble *lové* (roulé) en grosse torsade est suspendu au flanc de la nacelle, ainsi que l'ancre elle-même, au moyen d'une cordelette facile à dénouer ou à trancher. — Et cet autre gros et long câble, qu'on attache aussi au cercle, et qu'on suspend, roulé de même, à l'autre flanc de la nacelle, qu'aura-t-il au bout? — Rien. C'est la *corde traînante* ou *guide-rope;* vous verrez son utilité. Et ceci encore, cet engin de forme bizarre, assez semblable à un filet à prendre les papillons, mais de grande taille, c'est aussi un appareil de sécurité, tout récemment inventé, le *cône-ancre.* Je vous en expliquerai plus tard la construction et l'usage.

Observons encore une chose : c'est l'ouverture de l'appendice, de la manche pendante, qui est restée béante. Le gaz, que nous disions si fuyant, qui se glisse par les trous d'aiguille, ne va-t-il pas s'échapper à grands flots par cette large porte ouverte? Non; et pourquoi ? Parce que cette porte ouverte est située

à la partie inférieure du ballon. Or le gaz plus léger que l'air tend toujours à monter; et vous n'oubliez pas que l'aérostat n'est pas complètement gonflé : l'hydrogène carboné restera donc dans la partie supérieure du ballon. Mais en certaines circonstances, comme vous le verrez bientôt, le gaz se dilate, remplit et distend tout le ballon ; et alors, s'il prend encore plus de volume, le surplus peut librement se déverser par l'orifice inférieur. L'appendice ouvert au bas du ballon, c'est comme un *trop-plein* à un réservoir d'eau, comme un déversoir à un étang. — Par l'ouverture de l'appendice pendent deux minces cordages qui descendent jusque vers la nacelle, à portée de la main des aéronautes. Le premier, c'est la *corde de la soupape*. Nous avons examiné sa disposition; il vous souvient comment il suffit de la tirer pour que les *clapets* de la soupape s'entr'ouvrent, et que le gaz s'échappe. L'autre... ah! c'est une ressource extrême en certaine détresse: c'est la *corde de déchirure*. Elle est cousue à l'intérieur le long d'un des fuseaux de l'enveloppe, de telle sorte qu'en la tirant fortement l'étoffe se déchire, se fend de haut en bas, ouvrant une immense plaie au flanc du ballon... Or il est des cas, vous le verrez, où ce procédé violent peut devenir un moyen de sauvetage.

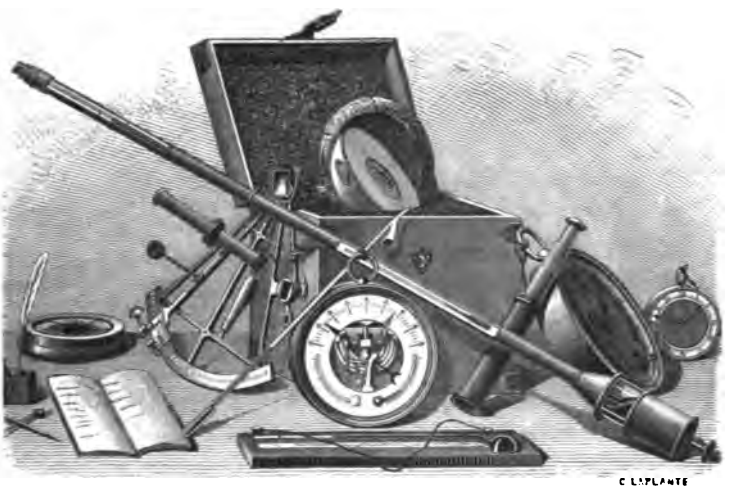
Puis encore voyez-vous, attachée à l'équateur du ballon, cette longue banderole de soie légère, aux trois couleurs nationales, et qui ondule à la moindre brise, semblable à ces *flammes* que les marins, aux jours de fête, font flotter aux mâts du navire pavoisé? — « Oui, dites-vous; je vois: c'est le pavillon du vaisseau aérien, signe de joie et d'orgueil! Un peu de coquetterie n'est pas déplacée en la circonstance. » — Détrompez-vous; un pur et simple ornement, c'était bon autrefois. Au siècle dernier on avait fort ce goût des ornements. Les premiers globes aériens étaient décorés de draperies et de peintures; c'étaient des dieux et des déesses de la fable, environnés de nuages, et des Renommées embouchant leurs trompettes, et des chiffres entrelacés, des torsades, des guirlandes. Aujourd'hui,

le goût est plus sévère. On veut que la seule beauté d'une machine, d'un appareil scientifique, soit celle qui résulte de l'élégance de l'ensemble, de la bonne proportion des diverses parties. Rien d'inutile; plus de mythologie, pas un pouce de dorure. Vous ne feriez pas emporter à un aéronaute de notre temps un objet pesant seulement 100 grammes, et qui n'eût d'autre emploi que de *paraître*. Et si nos amis ont fait les frais de cette jolie banderole, sans savoir encore à quoi elle peut bien servir, dites-vous toujours, en attendant, qu'elle doit servir à quelque chose. Et dites-vous encore la même chose au sujet de ces petits sacs pleins de sable qu'on est maintenant en train d'arrimer au fond de la nacelle. — Mais que dis-je? déjà vous savez que ces sacs forment le *lest*, le poids supplémentaire, destiné à être jeté par dessus le bord, lorsqu'il devient utile d'alléger l'aérostat. Peut-être ne vous rendez-vous pas assez bien compte de la nécessité de se surcharger ainsi au départ, avec la prévision de se décharger en route. Vous le comprendrez plus tard. Du moins, rappelez-vous bien de ceci: c'est que le lest, c'est le trésor de l'aéronaute. Plus il en a, mieux cela vaut; on n'en a jamais de trop, et trop souvent on n'en a pas assez!

Mais examinons plutôt ce que font nos aéronautes s'empressant autour de leur nacelle encore posée à terre. Ils *embarquent*, ils arriment dans l'étroite corbeille tout ce qui est nécessaire pour le voyage : leurs instruments d'observation tout d'abord; nous aurons meilleure occasion de les examiner en détail. Puis voici de moelleuses et chaudes couvertures de voyage : ce ne sera pas de trop là-haut, disent-ils. Enfin des provisions, du pain, des viandes froides, quelques bouteilles de vieux vin, de quoi faire un bon dîner, enfin; car on ne trouve pas d'auberge au-dessus des nuages, et le *grand air* doit ouvrir singulièrement l'appétit!

Les voyageurs aériens sont de trois sortes: il y a les promeneurs, les observateurs et les conducteurs. Les premiers montent dans les airs pour voir et pour sentir; pour jouir d'un

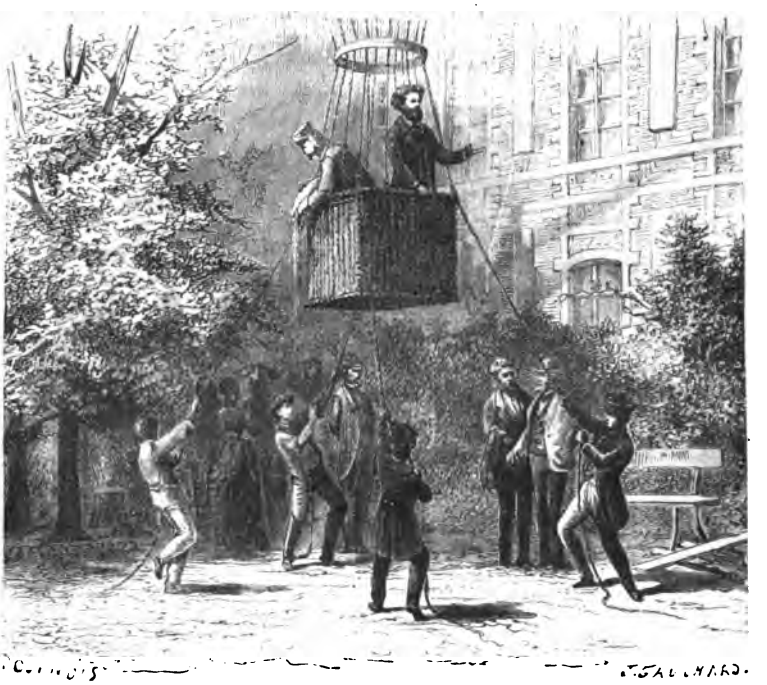
spectacle merveilleux et rare, et éprouver des impressions qu'il n'est donné qu'à un petit nombre de mortels de connaître... Les seconds sont là pour étudier de près la formation des nuages, la direction des vents, les propriétés de l'air à une grande hauteur, la distribution de la chaleur et de l'humidité; tous les phénomènes de l'atmosphère. Puis il y a les aéronautes de profession, hommes qui ont acquis une grande expérience dans l'art de conduire leur ballon; ceux-là sont les « guides de l'air »; comme il y a des pilotes pour diriger les navires sur les



LES INSTRUMENTS.

mers, eux ils sont les pilotes des vaisseaux aériens. — Un homme seul ne peut pas tout faire à la fois commodément, manœuvrer et observer; c'est trop d'ouvrage. Et voilà pourquoi, lorsqu'un savant entreprend un voyage de découvertes dans les régions de l'air, il s'élève rarement seul; il prend le plus souvent un ou deux compagnons, ordinairement un aéronaute expérimenté. On se partage la tâche; l'un conduira la machine, manœuvrera, pensera aux précautions à prendre, aux mesures de sûreté; la vie des deux lui est confiée. L'autre, déchargé de ces soins, sera tout entier à ses observations.

Le lest est *arrimé*, et voici que nos aéronautes, — ils sont deux, l'observateur et le pilote, — entrent à leur tour dans la nacelle. Le moment est solennel ; ce sont les recommandations des amis, les poignées de main émues du départ. — Plus d'un jalouse le sort des heureux voyageurs. Quand on voit ces gens-là assis tranquillement dans leur panier, et qu'on pense que dans un moment ils vont planer au-dessus des nuages, la *fièvre aéro-*



« LACHEZ TOUT ! »

nautique vous prend, et on enrage de rester à terre ! On se sent des envies de faire comme le moine Dom Pesch, qui, spectateur des préparatifs d'une ascension, au moment de partir, bouscula tout le monde pour s'élancer dans la nacelle... Nous nous y élancerons, du moins, par la pensée ; nous suivrons en esprit nos deux aéronautes. Nous allons faire avec eux, dans les airs, un *voyage idéal*, où nous observerons, autant qu'il nous sera possible, tout

ce qui peut se présenter à observer au cours d'une grande et belle ascension, et la manœuvre du vaisseau, et surtout les sensations des voyageurs. Un vaste champ! de merveilleux et émouvants spectacles! Mais ne nous attardons pas en discours; une dernière opération s'exécute, à laquelle nous devons encore assister : le *pesage*. Le calcul du poids que peut enlever l'aérostat a été fait; on a pesé les agrès, les instruments — et aussi les aéronautes. Maintenant il s'agit de *lester* la machine de telle sorte que, la lutte s'établissant entre la charge et la *force ascensionnelle*, il reste un excédent de force ascensionnelle. Cet excédent doit être très petit, quelques kilogrammes seulement: cinq, ou dix, ou vingt, ou plus, suivant les cas. Lorsqu'il y a un faible excédent de force ascensionnelle, le ballon s'élève doucement; si l'excès était trop fort, il s'élancerait comme une flèche, il pourrait en résulter des inconvénients et des dangers. Quand on a tout son temps, que l'air est calme, que le ballon se tient bien immobile, on pèse avec précision, on équilibre avec soin; quand, au contraire, on a hâte, que le vent s'abat par rafales, que le ballon s'agite et qu'on a peine à le contenir, alors... on fait comme on peut.

Voyez manœuvrer nos aéronautes : ils avaient chargé dans la nacelle quelques sacs de lest de trop; on les enlève l'un après l'autre, on décharge graduellement le ballon jusqu'à ce qu'il semble en parfait équilibre, sans tendance sensible à monter ni à baisser. A ce moment, l'équilibre est établi, la nacelle effleure à peine le sol; il est bien évident que si on vide encore en outre un sac de sable pesant, par exemple, dix kilogrammes, le ballon tendra à monter avec une différence de dix kilogrammes juste en faveur de la force ascensionnelle. — Les aéronautes jettent le sable; le ballon se soulève doucement de terre encore retenu par ses câbles. « Attention! » Les hommes d'équipe qui tiennent les cordages sont prêts au commandement. Tous les yeux sont tournés vers les voyageurs; tous les cœurs battent... — Un instant de silence, puis le cri du départ : « Lâchez tout! »

CHAPITRE III

LE VOYAGE

IMPRESSIONS DU DÉPART. — LA TERRE VUE DU CIEL.

On part; on est parti.

Je suis sûr qu'en ce moment, vous mettant de votre mieux à la place de nos voyageurs aériens, vous essayez d'imaginer les impressions extraordinaires qu'on doit ressentir au moment de quitter la terre... « Se sentir soulever, pensez-vous, se voir monter dans les airs... sensations étranges ! » — Eh bien, pas du tout ! Ce qui fait une impression étrange, surtout la première fois, c'est justement qu'on n'éprouve pas ces sensations qu'on s'attendait à éprouver. On ne se *sent* pas soulever; on ne se *voit* pas monter. On se sent immobile; on voit la terre fuir, s'enfoncer... On voit les spectateurs, les amis que l'on quitte, qui descendent, descendent, avec les arbres, les maisons... Les objets terrestres s'éloignent, se rapetissent; en même temps ils semblent se rapprocher les uns des autres, venir de toutes parts se serrer au-dessous de la nacelle. Et quel étrange aspect présentent les objets, ainsi vus d'en haut ! — je parle des objets qui sont précisément situés sous le ballon. Une maison, c'est un toit; un homme, un dessus de chapeau..... On n'a pas d'ordinaire le temps de s'amuser à ces effets bizarres; car hommes et choses diminuent rapidement, et bientôt on perd de vue les détails.

Mais c'est l'ensemble qui est magnifique ! Car à mesure que

les objets se rapetissent, la vue s'étend. Essayez par exemple de vous représenter l'aspect d'une grande ville, d'une capitale telle que Paris ou Londres, se développant, s'étalant, immense, au-dessous de vous, lorsque le ballon arrive à trois ou quatre cents mètres de hauteur, surtout par un beau temps, quand les édifices sont inondés d'une large et vive lumière. Peut-être avez-vous vu Paris du haut des tours de Notre-Dame ou de la *lanterne* du Panthéon; c'est fort beau déjà; mais qu'est-ce en

LE DÉPART.

comparaison de la vue merveilleuse, unique, qu'on a de la nacelle! — Les grandes rues, les grands boulevards qui s'allongent en lignes droites ou brisées, les places, les avenues, et le fouillis indéchiffrable des petites rues et des ruelles obscures; puis de grands enclos, des jardins qu'on ne soupçonnait pas, et, au milieu des pâtés de maisons, des touffes de fraîche verdure : tout cela forme un *panorama*, un spectacle très curieux qui se déroule aux yeux étonnés. Chacun le prend à sa façon... Les uns admirent, s'extasient; les autres, aéronautes d'humeur gaie et malicieuse, trouvent à la chose mille côtés

tenait, — ou les neuf dixièmes, peu importe, — les molécules qui restent, trouvant un large espace, vont prendre leurs aises... Elles vont s'écarter les unes des autres et s'arranger de manière à occuper encore toute l'étendue.

C'est ce qu'on exprime en disant que plus l'air est comprimé, plus il subit de pression, plus il est *dense ;* c'est-à-dire plus ses molécules se rapprochent, plus il y a, en réalité, d'air dans un espace donné. Au contraire, plus la pression diminue, plus l'air se *dilate*, plus il devient *rare;* ce qui signifie que ses molécules s'écartent, en sorte que dans la même étendue il y a, par exemple, deux fois ou dix fois, ou cent fois moins d'air. Or à la surface du sol l'air est comprimé, pressé, foulé. Par quoi? Par le poids de la masse d'air qui est au-dessus. Mais à mesure que l'on s'élève dans l'atmosphère, la pression, il vous en souvient, diminue. En même temps donc l'air devient de plus en plus *rare,* de plus en plus léger.

MANŒUVRES DE MONTÉE ET DE DESCENTE

La première conséquence de ceci, c'est un effet fort curieux. Vous en souvient-il? Quand le ballon a quitté la terre, nous avons remarqué qu'il n'était guère qu'à demi rempli de gaz, aux deux tiers tout au plus; les toiles du bas pendaient, flasques et vides. Et maintenant regardez : il est plein, il est rebondi! Il a pris la forme d'une belle sphère bien arrondie, et toute l'enveloppe est tendue. Comment cela se fait-il? Évidemment la quantité de gaz n'a pas augmenté; mais ce qu'il y avait s'est *dilaté* pour tenir plus d'espace. Là-bas, à terre, le gaz sous l'enveloppe, comme l'air environnant, comme toute chose, était comprimé, serré par la pression de l'air; mais à mesure que nous montons, quand l'air devient plus *rare* autour de nous, parce que la pression diminue, le gaz du ballon, lui aussi, étant moins

pressé à l'extérieur, se dilate; il augmente de volume et distend son enveloppe.

« Nous ne montons plus, » dit l'aéronaute. — Pourquoi cela? C'est qu'à la hauteur où nous sommes l'air n'a plus la force de nous soulever davantage. — Quand nous avons voulu calculer la *force ascensionnelle*, il vous en souvient, nous avons dit : « la *poussée* qui tend à porter en haut notre aérostat est égale à la différence qu'il y a entre son poids à lui et le poids de la masse d'air qu'il déplace. » Or plus nous nous élevons, plus l'air qui nous entoure est rare, est léger; plus la *poussée*, qui tient au poids de l'air, diminue. Il vient un moment où la masse d'air déplacée par l'aérostat pèse juste autant que l'aérostat même avec toute sa charge; et à partir de ce moment le ballon ne monte plus.

Pourtant nous aurions bien voulu nous élever encore. L'air trop léger refuse de nous porter plus haut... que faire? Nous rendre plus légers. Vous souvient-il de ces sacs de sable, de ce *lest* dont au départ on avait chargé la nacelle? — Ils sont là, dans le fond; voici le moment de s'en servir. Et la manière de se servir du *lest* consiste à le jeter par-dessus le bord. L'aéronaute veut monter : il prend un des sacs de sable, il le délie; il en verse une certaine quantité dans l'espace. Nous voici allégés de cinq ou dix kilogrammes, ou davantage; la force ascensionnelle est augmentée d'autant : donc nous devons monter. Et en effet le baromètre dit que nous montons.

En deux mots, pour monter, l'aéronaute a un moyen bien simple : jeter du lest. Mais il doit savoir le jeter quand il faut, au bon moment, avec mesure, avec parcimonie. Un bon aéronaute se reconnaît à ceci qu'il est avare de sable. C'est que, voyez-vous, quand il aura tout jeté... il n'en aura plus à jeter. Or, vous disais-je, le lest est le trésor de l'aéronaute. Ce n'est pas assez; ajoutons : c'est sa sécurité, c'est sa vie même. Avoir du lest, cela veut dire être maître de soi et des évènements, pouvoir s'élever à son gré, prolonger à son gré son voyage; choisir le lieu du

débarquement, modérer la descente, remonter même s'il est nécessaire. N'avoir plus de lest, c'est être à la merci des éléments, comme un navire sans voiles ni gouvernail. Plus on veut monter haut, plus on veut aller loin, plus il faut charger de lest au départ, plus il faut le ménager en route. Voyez notre aéronaute, comme il verse avec lenteur le contenu du sac qu'il a délié ; le sable s'éparpille et forme comme une traînée nuageuse au-dessous de la nacelle. — Et maintenant vous ne me demandez pas pourquoi ce poids supplémentaire dont on charge l'aérostat est fait de sacs de sable, non pas, par exemple, de cailloux ; c'est tout simplement pour ne pas assommer ceux qui se trouveraient passer au-dessous !

Non-seulement pour monter, mais même pour se soutenir à la hauteur que l'on a atteinte il faut jeter du lest. En effet, malgré le vernis et toutes les précautions, le gaz fuit peu à peu, insensiblement, à travers l'enveloppe ; en sorte qu'après avoir plané quelque temps à une certaine hauteur, le ballon commence naturellement à redescendre. Il descendrait de plus en plus rapidement vers la terre, si on ne l'allégeait de temps en temps. Quand on n'a plus de lest, s'il faut remonter, s'il faut à tout prix se soutenir dans les airs, que faire? Alors... alors, on jette tout ce qu'on a sous la main, toutes les choses qui pèsent : les moins précieuses d'abord ; puis tout y passe, s'il le faut On jette les bouteilles de vin, les provisions. Il ne faut pas les consommer ; ça ne ferait pas le même effet : si on a faim et soif, tant pis ! On jette les couvertures, les lourds paletots ; c'était pourtant bien utile, là-haut, où il fait si froid. Plus d'une fois de pauvres aéronautes sont arrivés à terre demi-nus. Quand le fameux Blanchard et son compagnon traversèrent la Manche, leur ballon baissait sans cesse et allait s'abîmer dans la mer ; à grand'peine ils purent atteindre le rivage de France, près de Calais. Quand ils touchèrent terre, ils avaient jeté jusqu'à leurs bottes ! — Mais figurez-vous la stupeur d'un simple promeneur de la terre recevant sur la tête, en pleine campagne, un pale-

tot, par exemple, ou bien encore, ce qui serait plus désagréable, une paire de bottes! — A ce propos, une amusante histoire.

Un jour un savant aéronaute, Gay-Lussac, s'était élevé en ballon jusqu'à l'énorme hauteur de 7000 mètres. Il n'avait plus de lest; et pourtant il voulait monter plus haut encore, pour certaines observations. Il regarde autour de lui de quoi il pourrait bien se débarrasser. Les provisions, tout d'abord, volent dans l'espace. Il ne voit plus rien ; mais... une idée! Il se lève, et saisissant la chaise sur laquelle il était assis, il la précipite par-dessus le bord. Il la voit descendre en culbutant, puis il la perd de vue. Le ballon monte, de ce coup. — Or ce jour-là, « il était une bergère qui gardait ses moutons » dans la campagne, tranquillement assise près d'un buisson. Tout à coup elle entend dans l'air comme un bruit de sifflement; elle tourne la tête, elle voit tomber, s'enfoncer au beau milieu du feuillage, avec un fracas de branches rompues, un objet qu'elle n'a pas le temps de distinguer... Frayeur subite, stupeur... Mais rien ne bouge plus... elle s'enhardit, elle regarde. Et qu'aperçoit-elle? Qu'est-ce que cela? Une chaise! Une chaise qui tombe du ciel! — Le ciel était clair ce jour-là; le ballon, planant à une hauteur immense, voilé de vapeurs légères, était absolument invisible. Je vous laisse à penser l'étonnement de la bergerette. Mais quelle rumeur au village quand se répand la prodigieuse histoire! « Merveille! Miracle! Une chaise tombée du ciel! Elle vient du paradis sans doute. — Et d'où voulez-vous qu'elle vienne? » Pourtant on examine l'objet; on observe que c'est une simple chaise en bois blanc, grossière, tressée de paille commune. Est-ce que les célestes habitants sont assis sur des sièges si peu élégants? Les ouvriers de là-haut font-ils d'aussi rustique besogne? — Il y avait là de quoi bouleverser toutes les idées. Mais deux jours après, le journal arrivé de Paris racontait le voyage aérien du savant, avec tous ses incidents. Voilà le prodige évanoui; la merveille est tombée au rang des choses les

plus naturelles. Comme on dut rire! — Mais ma réflexion à moi, la voici : si, au lieu de tomber sur le buisson, la chaise fût tombée, deux ou trois mètres plus loin, sur la bergère? — Faites attention, messieurs les aéronautes, quand vous déménagez vos meubles par la fenêtre!

Puisque nous avons parlé de la manœuvre qu'on fait pour monter, disons un mot de celle qu'on fait pour descendre. On ouvre la soupape : vous savez cela déjà. Mais rendons-nous bien compte de l'effet produit. Notre voyageur juge à propos de descendre un peu, ou seulement de modérer la montée trop rapide; la corde de la soupape est là, pendante, à la hauteur de la main. Il la saisit, il fait une pesée : le double volet de la soupape s'entr'ouvre; puis, lorsqu'il lâche la corde, elle se referme avec un claquement sec. Une certaine quantité de gaz a profité de ce court instant pour s'envoler par la fenêtre... Le poids du gaz ainsi échappé est peu de chose; mais le *volume* de l'aérostat a diminué de tout l'espace que tenait ce gaz. La quantité d'air que l'aérostat déplace étant moindre, la poussée est moindre aussi; le ballon cesse de monter; ou bien, s'il était immobile, en *équilibre*, il commence à descendre. Perdre du gaz, en un mot, équivaut à *alourdir* l'aérostat; comme jeter du lest, c'est l'alléger; mais l'aéronaute habile évite d'ouvrir la soupape quand ce n'est pas absolument nécessaire. Il sait qu'en laissant fuir son gaz il *use* la force qui le soutient dans les airs. Et c'est seulement lorsqu'il voudra descendre tout à fait pour prendre terre, qu'il donnera quelques bons coups de soupape.

Tout ceci bien compris, vous ne vous demanderez pas, j'espère, *pourquoi* « on ne peut pas aller en ballon dans la lune! » Puisque, à mesure qu'on s'élève, l'air devient de plus en plus rare, léger, que sa force de poussée diminue, défaille à mesure, évidemment il viendra toujours un moment où un ballon, si léger qu'il soit, cessera de monter, l'air n'ayant plus la force de le soulever davantage.

Et du même coup il vous est expliqué en quoi il est difficile

d'évaluer la hauteur exacte de l'atmosphère. Une substance qui va de plus en plus dilatée, rare, impalpable, qui va se fondant, s'évanouissant graduellement pour ainsi dire, comment dire où elle finit? Où peut être la limite entre le *presque rien* et le *rien du tout?* On a calculé qu'à la hauteur d'une quinzaine de lieues, 60 000 mètres, — c'est déjà quelque chose, — l'air n'a plus que la dix-millième partie de la *densité*, du poids qu'il a ici-bas près de terre. Trouvez-vous que c'est insensible? que cela ne compte plus? Alors dites que l'atmosphère *sensible* finit là. Mais quoi? Voilà qu'en observant, par de beaux soirs d'été, la faible et transparente lueur du crépuscule, les savants ont imaginé un autre moyen de sonder l'épaisseur de l'atmosphère. Le crépuscule, c'est la lumière du soleil *réfléchie* par l'air dans les hauteurs de l'atmosphère, — comme elle est réfléchie par les nuages autour du soleil couchant. Par une méthode dont je ne puis vous donner une idée, on a calculé que cette lumière réfléchie retombait, pâle et vague sur nous, d'une hauteur de 200 ou 300 kilomètres. Puisque la lumière, à cette hauteur, se reflète vers la terre, il faut donc qu'il y ait là quelque chose qui la réfléchisse; l'air s'étend donc jusque-là, a-t-on dit. Par un autre moyen encore, on a trouvé 100 kilomètres de hauteur environ. Mais comment, disais-je, fixer une limite à ce qui est insaisissable? — Enfin dans ces beaux phénomènes nocturnes qu'on appelle les *aurores polaires*, lueurs électriques qui s'épanouissent dans les plus hautes régions, on a vu des jets de lumière briller à près de 800 kilomètres d'élévation. A cette distance de la terre il y a donc encore *quelque chose?* — Quelque chose? Mais est-ce bien de l'air? Ne serait-ce pas plutôt quelque autre substance inconnue à nous, des milliers de fois plus légère que l'air? Voilà ce que nous ne savons pas. — Tout cela est encore bien loin de la lune, qui brille là-haut à 90 000 lieues de nous!

EFFETS DE LA DIMINUTION DE PRESSION SUR LES ÊTRES VIVANTS

Mais il y a une autre raison encore pour laquelle l'homme ne s'élèvera jamais au-dessus de la terre qu'à une certaine hauteur, petite même en proportion de la hauteur de l'atmosphère ; que même il n'atteindra jamais, vivant, la limite à laquelle l'air aurait encore la force de le porter. Et cette raison, c'est qu'à une certaine hauteur il n'y a plus assez d'air pour respirer. L'air est de toutes choses la plus essentielle à notre existence. Cette flamme intérieure, qui est la vie, brûle en s'alimentant d'air, comme un flambeau, disions-nous ; comme un flambeau, faute d'air, elle s'éteint.

Vous avez entendu parler des malaises extrêmes, des souffrances qu'éprouvent les voyageurs qui gravissent de hautes montagnes. Leur respiration devient précipitée et haletante, leur pouls bat à coups rapides ; c'est une sorte de fièvre. Une langueur douloureuse les accable, leur gorge est desséchée, une soif ardente les tourmente ; épuisés, ils se traînent plutôt qu'ils n'avancent, et il leur semble à chaque instant qu'ils vont s'évanouir.

« J'étais obligé de reprendre haleine tous les quinze pas, » raconte le savant voyageur de Saussure, qui, l'un des premiers, gravit la cime du Mont-Blanc ; « il fallait m'asseoir ; ce besoin de repos était absolument invincible. Si j'essayais de le surmonter, mes jambes me refusaient le service. Je sentais un commencement de défaillance et j'étais saisi par des éblouissements. » C'est, direz-vous, la fatigue de l'ascension, l'escalade des rochers escarpés, la marche pénible sur les glaces croulantes, dans les neiges où le pied enfonce ; c'est le froid extrême de ces hauteurs... — Oui, c'est tout cela ; mais c'est bien plus encore la trop grande *rareté* de l'air qui ne suffit plus à la respiration. Et la preuve, c'est que l'aéronaute qui s'élève, doucement porté dans sa voiture aérienne, sans nul travail, sans nulle fatigue, éprouve les mêmes effets. Jusque vers 2000 ou 3000 mètres, — plus ou

moins, suivant la vigueur et le tempérament de l'aéronaute, — on ne ressent presque aucune impression. Seulement le pouls bat de plus en plus vite, et la respiration aussi devient plus rapide. A une hauteur plus grande, on commence à sentir une difficulté de respirer; on éprouve des battements de cœur, des tintements d'oreilles, un trouble de la vue. S'il s'élance plus haut encore, jusque vers 6500 ou 7000 mètres, ou même davantage, l'aéronaute se sent prêt à défaillir. Nageant en plein au milieu de l'océan aérien, il étouffe *faute d'air*... Il a beau l'aspirer à grandes gorgées, cet air trop rare ne remplit pas sa poitrine et ne rafraîchit pas son sang enfiévré; il manque d'*oxygène*. Qu'il s'obstine à monter davantage, ou seulement à planer trop longtemps à ces hauteurs, il peut mourir asphyxié.

Les anciens voyageurs aériens s'élevèrent peu au-dessus de 2000 ou 3000 mètres. Le premier, en 1803, un savant belge, Roberston, accompagné d'un ami, osa s'élancer jusqu'à la hauteur considérable de 7200 mètres.

« Nous subissions une oppression extrême, raconte-t-il; mon pouls était précipité, ma respiration essoufflée. Nos lèvres étaient enflées, nos yeux saignants, et nos veines gonflées se dessinaient en relief sur nos mains; mon sang se portait à la tête. J'étais dans un engourdissement inouï; nous pouvions à peine nous défendre d'un lourd sommeil qui nous envahissait malgré nous, et que nous redoutions comme la mort. » — C'eût été la mort, peut-être, en effet. L'année suivante Gay-Lussac, le savant et le hardi, — l'aéronaute à la chaise, dont je vous ai raconté l'amusante histoire, — seul dans sa nacelle, atteignait plus de 7000 mètres de hauteur; vigoureux et résistant, il n'éprouva pas de souffrances extrêmes : question de tempérament.

Mais il y a quelques années, en 1862, un savant anglais, M. Glaisher, dépassa de beaucoup cette hauteur déjà énorme. De tous les mortels, c'est celui qui est allé braver Jupiter tonnant de plus près... Aussi faillit-il n'en pas revenir. — Ils étaient deux dans la nacelle, le savant, et un habile aéronaute,

M. Coxwell. Celui-ci conduisait le ballon, M. Glaisher observait. Sur une planchette placée en travers de la nacelle et servant de table, étaient disposés ses nombreux et fragiles instruments, puis un petit pupitre, un carnet pour écrire.

Ils montaient, par un beau jour d'automne; sur leurs têtes le ciel était d'un bleu profond. Le baromètre baissait rapidement. Voici 7000 mètres ; la respiration du savant observateur était déjà très gênée; son pouls battait comme en une fièvre

M. GLAISHER ET SON COMPAGNON M. COXWELL DANS LA NACELLE.

ardente, ses lèvres, ses mains étaient toutes bleues de froid. On jette du lest ; le baromètre indique 8000 mètres, 8500... A 8800 mètres, un engourdissement extrême saisit M. Glaisher. Il essaie de remuer le bras droit : impossible ; le bras gauche est également paralysé. Il cherche à *lire* une fois encore les degrés sur ses instruments ; un voile couvre ses yeux, sa tête fléchit et retombe sur le bord de la nacelle... Il veut parler, il ne peut arriver à remuer la langue. « J'avais encore toute ma connaissance, dit-il, et mon esprit était aussi actif qu'à l'ordinaire. Je

pensai que j'étais asphyxié, *que je ne ferais plus d'expériences*, et que la mort allait me saisir. » Tout à coup il perd connaissance, — comme on s'endort. Ce sommeil pouvait être le sommeil éternel. Et pendant ce temps le ballon montait toujours; l'engourdissement fatal s'empare aussi de son compagnon. Ils allaient se perdre tous deux dans les hauteurs de l'air irrespirable; leur vie allait s'évanouir dans ces immensités paisibles, comme une flamme qui s'éteint... Pourtant le brave aéronaute, après d'inutiles efforts, arrive à saisir la corde de la soupape. Il la tire — avec ses dents; ses mains n'avaient plus la force de tenir prise. Le gaz se répand à flots; le terrible élan de la machine aérienne est dompté. Le ballon s'arrête; il commence à descendre; il tombe plutôt avec rapidité. Il était temps! — Ils arrivent dans des régions où l'air est moins rare... « Éveillez-vous, s'écrie l'aéronaute; essayez d'observer, essayez!... » — « Alors, dit le savant, je vis vaguement mes instruments, puis les objets environnants. Je sortais comme d'un sommeil fiévreux, qui brise au lieu de reposer. » Une minute après, il reprenait ses observations; mais les instruments et le calcul prouvèrent que pendant ce dangereux quart-d'heure, l'un tout évanoui et presque mourant, l'autre ne valant guère mieux, ils avaient été emportés, disent-ils, à la hauteur effrayante de 11 000 mètres!

Voilà bien une histoire de savant, me disais-je en lisant le récit de cette aventure. Voyez-vous ceci? Cet homme se sent mourir; il pense... « qu'il ne fera plus d'expériences ». Et quand il se réveille de ce sommeil qui pouvait être pour lui le dernier, tranquille, son premier regard est pour son baromètre. Étrange nature, direz-vous! Mais quiconque n'est pas fait ainsi n'est pas un vrai savant, un héros de la science, dévoué à l'œuvre immense et laborieuse qui consiste à arracher à la nature ses secrets, pour le profit de l'humanité. Plus d'un, parmi ces héros, a payé son dévouement de sa vie. Écoutez une tragique histoire.

C'était en avril 1875. Trois savants, joyeux, intrépides, s'élançaient dans les airs : un observateur très habile, Crocé-Spinelli ; Gaston Tissandier et Sivel, deux vaillants aéronautes ; ce dernier, Sivel, inventeur d'un appareil dont je vous parlerai plus loin. Il s'agissait de certaines observations très importantes sur la lumière ; et ils avaient pris la détermination de s'élever tant qu'il serait possible. Afin de pouvoir atteindre de plus grandes hauteurs, pour combattre la trop grande rareté de l'air, qui cause l'asphyxie, ils emportaient avec eux, renfermée dans trois petits ballonneaux suspendus aux cordages, une provision de gaz *oxygène*, l'air respirable par excellence, comme il vous en souvient ; ils devaient respirer cet oxygène pour soutenir leurs forces, ranimer en eux la vie prête à s'éteindre. En un bond rapide ils dépassent 7000 mètres. L'un d'eux respire de l'oxygène, au moyen d'un petit tube de caoutchouc qui l'amène à sa bouche. « Excellent effet ! s'écrie-t-il. » Il sent doubler ses forces. Crocé-Spinelli observe ; Sivel, accablé de fatigue, semble prêt à s'endormir. Tout à coup il se réveille : « Faut-il jeter du lest? » demanda-t-il. — « Oui ! » Il jette trois sacs pleins, et s'affaisse épuisé. L'intrépide Tissandier cherche à saisir le tube à oxygène ; il n'a plus la force de le porter à sa bouche. « Nous sommes à 8000 mètres ! » veut-il s'écrier ; la parole reste dans son gosier. La tête lui tourne, il ferme les yeux, il sent fuir sa pensée... Un instant il se ranime, puis il retombe encore. *Deux heures* après il rouvre les yeux ; le souvenir lui revient. Que s'est-il passé? Le ballon tombe avec une vitesse effrayante. « Crocé ! Sivel ! s'écrie-t-il. Sivel ! réveillez-vous ! » — Mais ils ne devaient plus se réveiller jamais. Au fond de la nacelle, à demi couchés l'un sur l'autre, les yeux ternes, la bouche ensanglantée, gisaient les deux pauvres amis, tout à l'heure si vaillants, si pleins de vie ! Quant au survivant, lorsqu'il toucha le sol, sa douleur était telle que ses forces l'abandonnèrent ; il s'évanouit, et l'on crut que lui aussi il allait mourir.

Comme vous le pensez bien, l'homme n'est pas seul à éprouver ces effets du manque d'air respirable : tout être vivant respire, a besoin d'oxygène. Les animaux résistent plus ou moins suivant leur organisation. Le plus sensible de tous à la trop grande rareté de l'air, c'est, paraît-il, le chat. Vers la hauteur de 4000 mètres, là où l'homme bien portant éprouve à peine quelque malaise, on voit le pauvre animal pris de convulsions; il fait des bonds effrayants, — puis il tombe mort. Vous trouverez tout naturel que les êtres qui supportent le mieux l'air affaibli des grandes hauteurs soient ceux que la nature a organisés pour la vie aérienne, ceux à qui elle a fait ce don merveilleux, l'aile! et qui n'ont pas besoin, pour s'élever jusqu'aux nuages, d'immenses et indociles machines : les oiseaux et les insectes. A la hauteur de 2000 mètres, l'habile aéronaute Flammarion a vu des papillons voltiger en se jouant autour de sa nacelle; il à même rencontré jusque vers 3000 mètres de ces *fleurs animées*, charmantes et frêles créatures, emportées par le vent, peut-être. — Suivant leur espèce et la puissance de leurs ailes, les oiseaux s'élèvent plus ou moins haut dans les airs. L'énorme *condor*, le vautour des Andes, a été vu planant à la hauteur de 9000 mètres; de tous les êtres vivants, — après nous autres maintenant! — c'est celui qui s'éloigne le plus de la terre. A des élévations déjà très grandes de 7000 à 8000 mètres atteignent les vautours, l'aigle des Alpes; à 4000 ou 5000 mètres les milans, faucons et éperviers : toutes bêtes de proie, vous voyez; mais l'imperceptible *oiseau-mouche*, — un bijou volant! — dispute le prix à ces brigands. Voici vers 2800 mètres le timide pigeon; puis la grande voyageuse, l'hirondelle, qui hasarde rarement son aile au delà de 2500 mètres. L'alouette joyeuse, au gosier infatigable, plane des heures à plus de 1000 mètres au-dessus de nos sillons; perdue pour nos yeux, comme un point noir imperceptible sous la voûte du ciel, son *trille* clair, vibrant, semble tomber des nuages. Les aimables chanteurs de nos bois, surtout ceux qui n'émigrent pas à l'hiver, montent

rarement autant. Je ne vous parlerai pas des *gallinacés*, cailles et perdrix, faisans, coqs et poules, etc., les derniers des oiseaux, à tous les égards : ni aile, ni musique !

Eh bien, il était curieux de savoir comment les êtres ailés se tireraient d'affaire à des hauteurs plus grandes que celles où ils atteignent naturellement. Plus d'une fois des aéronautes ont emporté avec eux des oiseaux, surtout des pigeons. Dans sa grande ascension dont je vous ai parlé, M. Glaisher lâcha des pigeons à diverses hauteurs. Vers 5000 ou 6000 mètres, ces pauvres volatiles, trouvant un air trop léger, trop peu résistant sous leurs ailes, descendaient en tourbillonnant, battant de l'aile pour retarder leur chute. Celui qu'on jeta dans l'espace à la hauteur de 8000 mètres, tomba comme une pierre... Peut-être reprit-il à voler en arrivant près de terre ; peut-être se brisa-t-il, inerte, étourdi par une chute de deux lieues ! Un autre enfin, qui était resté dans la cage, fut emporté avec nos voyageurs jusqu'à l'altitude extrême que vous savez ; on le retrouva mort, asphyxié.

« Mais, vous dites-vous peut-être, est-ce bien la seule *rareté* de l'air qui est la cause de l'asphyxie et de la mort? L'air, là-haut, ne pourrait-il pas être autrement composé que celui que nous respirons ici-bas, avoir d'autres qualités, être moins propre, par sa nature, à entretenir la vie? En un mot, l'air est-il le même dans ces hautes régions qu'à la surface de la terre? » — C'est là ce que tout le monde se demandait autrefois ; et c'était en effet, vous le sentez, une chose intéressante et utile à connaître. Et c'est justement pour répondre à cette question que le savant Gay-Lussac entreprit son grand voyage de 7000 mètres. Il était allé là, chercher de l'air... de l'air au-dessus des nuages. Il en rapporta dans des bouteilles. Comment? Rien de plus simple. Il emportait avec lui dans la nacelle plusieurs vastes fioles de verre, sphériques, semblables à celle qui nous a servi précédemment à *peser l'air*, — également munies de robinets, et *vides d'air :* on en avait extrait,

pompé l'air aussi complètement que possible. Arrivé à la hauteur qu'il veut atteindre, le savant tourne le robinet de ses fioles; l'air s'y élance, en un instant les remplit. Il ne s'agit plus que de fermer le robinet avec soin pour emprisonner cet air, empêcher que rien vienne s'y mêler. — Puis lorsque l'aéronaute fut de retour sur la terre, lui-même, aidé de plusieurs autres savants chimistes, *analysa* cet air rapporté de 6500 mètres au-dessus du sol, c'est-à-dire examina, essaya avec le soin le plus minutieux sa composition et ses propriétés. Or cet air fut trouvé sensiblement identique à celui que nous respirons ici-bas, vous et moi, formé des mêmes gaz, oxygène et azote, et dans les mêmes proportions; il contenait aussi une dose d'acide carbonique à peu près égale.

Cette belle expérience a été renouvelée plusieurs fois. — Donc, jusqu'à 6000 ou 7000 mètres du moins, l'air est le même qu'à la surface de la terre; plus rare seulement, tel enfin qu'est celui qui reste dans un flacon, quand on en a pompé seulement une partie. Mais au delà? — Au delà, nous ne savons pas, puisque personne n'y est allé voir...

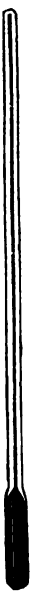
CHAPITRE IV

EN PLEIN CIEL

LE FROID DES HAUTES RÉGIONS

Un autre instrument également suspendu à portée de l'œil dans la nacelle, et que nos voyageurs consultent avec autant de soin que leur fidèle baromètre, c'est le *thermomètre*. Le *thermomètre* est le *mesure-chaleur*, comme le baromètre est le *mesure-pression*. Cet appareil ne vous est pas inconnu sans doute; et plus d'une fois vous l'avez observé attaché au mur, près d'un baromètre, ou fixé sur la planchette même du baromètre. Mais disons un mot de son principe, qui est fort simple. — Toute substance se *dilate*, c'est-à-dire augmente de *volume*, par l'action de la chaleur; mais cette *dilatation* est plus ou moins considérable, selon les matières. Les matières solides se dilatent excessivement peu, les liquides davantage; les gaz, tels que l'air, énormément. Imaginez une très simple expérience: Soit une bouteille à col étroit complètement remplie d'eau, jusqu'au ras du goulot. Vous l'approchez d'un foyer; l'eau peu à peu s'échauffe; elle se dilate, elle augmente de volume. Ne pouvant plus tenir dans la capacité qui la renfermait tout à l'heure, elle déborde; une certaine quantité de liquide se déverse. Au contraire, portez la bouteille dans un lieu très froid, ou entourez-la de glace; l'eau va se *contracter*, va se resserrer, diminuer de volume. Le liquide ne remplira plus tout l'espace; son niveau baissera, et il restera en haut un peu

de vide. Faisons une semblable expérience avec un gaz, avec l'air. Cette fois, je renverse ma bouteille vide, — c'est-à-dire pleine d'air, — le goulot en bas, plongeant dans une cuvette pleine d'eau. Voilà une certaine quantité d'air, qui remplit la bouteille, et que je tiens ainsi emprisonnée. J'approche mon appareil du foyer; l'air s'échauffe, il se dilate beaucoup, il augmente beaucoup de volume; ne pouvant plus tenir dans la même capacité, il déborde, se fait un passage en repoussant l'eau, et s'échappe sous forme de grosses bulles qui font entendre un glou-glou en traversant le liquide. Je transporte l'ensemble dans un lieu froid; l'air de la bouteille se refroidit, lui aussi, il se contracte, il ne remplit plus la capacité, et l'eau de la cuvette monte jusqu'à une certaine hauteur dans le col, prenant la place que l'air lui abandonne en se resserrant. Vous voyez par là de combien le volume de l'air a diminué. — Ceci étant compris, jetons un coup d'œil sur notre thermomètre. Ce n'est pas autre chose qu'une petite fiole sphérique ou allongée en façon de bouteille, et se prolongeant par un petit tube de cristal très fin, qui lui forme comme un très long et très étroit goulot : c'est ce qu'on nomme la *tige* du thermomètre. Cette fiole est remplie d'un liquide, ordinairement de mercure, parfois aussi d'alcool que l'on a coloré en rouge pour le rendre plus visible. Le liquide arrive jusqu'à un certain niveau dans le tube. Voulez-vous voir fonctionner l'appareil? Posez très doucement un doigt sur la petite fiole. Votre doigt est chaud; le liquide, à son contact, s'échauffe. Il s'échauffe très peu, il est vrai; mais c'est assez pour qu'il se *dilate* sensiblement. Tenant plus de place, il s'élève davantage dans le tube; vous le voyez gagner peu à peu. Retirez votre doigt : le liquide se refroidit, il se contracte, se retire; vous voyez le niveau baisser lentement. Ce petit appareil, quand il est construit avec les précautions nécessaires,



THERMOMÈTRE.

est excessivement *sensible;* la plus petite augmentation de chaleur le fait *monter*, le plus léger refroidissement le fait *descendre* d'une façon très visible. Librement suspendu dans l'air, il s'échauffe et se refroidit en même temps que l'air, et par conséquent il nous donnera la mesure de ce que nous appelons la *température*, — à une condition toutefois, c'est qu'il soit *gradué*, qu'il porte des *degrés* convenablement tracés pour servir de comparaison. Pour graduer un thermomètre (*à mercure*), on le plonge d'abord dans un vase plein de glace ou de neige *fondante*. Le liquide baisse; au point où il s'arrête, on fait un petit trait et l'on marque un zéro. Puis on enferme l'appareil dans un vase où l'on fait bouillir de l'eau, de telle sorte qu'il soit tout entier plongé dans la vapeur de l'eau bouillante. Le mercure s'élève beaucoup; au point où il arrive, vers l'extremité de la tige, on fait une autre marque et on écrit 100 *degrés*. Le thermomètre étant alors fixé sur sa planchette, on divise l'intervalle entre ces deux points en cent parties égales; chaque partie représente ce que nous nommons un *degré* de chaleur. Puis on prolonge les divisions au-dessous du 0, autant qu'il est nécessaire. On a ainsi construit ce qu'on appelle *l'échelle* du thermomètre. Mais observons bien une chose : en marquant 0 au point inférieur, nous n'avons pas entendu exprimer par là qu'à ce degré il n'y a plus de chaleur du tout; loin de là. C'est tout simplement une désignation convenue pour dire: le degré de chaleur auquel la glace commence à fondre. Ce point de départ étant choisi, nous disons, pour donner l'idée exacte d'une certaine température : 10 degrés, ou 15 degrés, ou 20 degrés *au-dessus de zéro*, ou *au-dessus de la glace fondante*. Mais il existe, on observe très souvent des températures plus froides que celle-ci : lorsqu'il gèle

THERMOMÈTRE GRADUÉ ET FIXÉ SUR SA PLANCHETTE.

très fort, par exemple. Et alors nous donnons la mesure de cette quantité de chaleur encore moindre en disant, je suppose : le thermomètre marque 10 degrés, ou 20 degrés au-dessous de zéro, au-dessous de *glace*[1].

Maintenant que nous savons observer le thermomètre et inscrire les températures comme nos aéronautes eux-mêmes, nous allons pouvoir mesurer exactement l'intensité du froid qui nous gèle là-haut ... ce sera une consolation. Car il fait bien froid, savez-vous, à ces hauteurs ; et il n'est pas besoin d'attendre les indications du thermomètre pour s'en apercevoir !

Vous comprenez facilement que la température de l'air, à de grandes altitudes aussi bien qu'à terre, varie beaucoup suivant les saisons, suivant les heures de la journée, selon que le ciel est couvert ou que le soleil rayonne, que le vent souffle du nord ou du midi. Ainsi à une certaine hauteur où un aéronaute a observé un jour un air doux et tiède, il se peut qu'un autre jour un autre observateur éprouve un froid vif et mordant. Ce qu'il faut entendre, c'est que, d'une manière générale, plus on s'élève dans l'atmosphère, plus la chaleur diminue. Seule-

1. Pour abréger, on est convenu de représenter dans l'écriture le mot degré par un petit ° écrit en haut des chiffres ; de plus on marque du signe + les degrés comptés au-dessus de zéro, et du signe — les degrés comptés en dessous. On écrit par exemple + 10°, + 12° ; ou — 2°, — 7° ; vous lirez *plus* 10 degrés, *plus* 12 degrés ; ou bien *moins* 2°, *moins* 7 degrés, c'est-à-dire 10 ou 12 degrés de chaleur en plus, 2 ou 7 degrés *en moins* de la température à laquelle la glace commence à fondre. Il faut encore vous dire que le thermomètre ainsi gradué est celui qu'on appelle le thermomètre *centigrade* (à cent divisions) ; autrefois, d'après les indications d'un savant nommé Réaumur, qui s'était beaucoup occupé de la mesure de la température, on divisait l'intervalle entre le point de glace et celui de l'eau bouillante, non pas en 100 parties, mais en 80 seulement. Les degrés de l'*échelle*, de la division ainsi faite, étaient donc plus grands : mais il suffit d'être averti, et on peut tenir compte de la différence. Vous verrez souvent d'anciens thermomètres qui portent marqués sur leur planchette, d'un côté du tube seulement quelquefois, les degrés de Réaumur. Mais cette division est aujourd'hui tout à fait abandonnée, parce que la division en 100 parties est plus commode. Donc, quand on parle de degrés à notre époque, c'est toujours de degrés centigrades qu'il s'agit.

ment cette décroissance de la température n'est pas régulière, mesurée, comme la diminution de pression par exemple. Ainsi, après avoir traversé en montant une couche d'air assez froide, il peut arriver qu'on en rencontre au-dessus une autre qui, au lieu d'être plus froide encore comme on s'y attendait, soit au contraire plus tiède. Mais c'est là l'exception; et cela n'empêchera pas que si, dans le même voyage, l'aéronaute s'élève à des hauteurs plus grandes encore, il ne finisse par ressentir un froid de plus en plus intense. Laissons de côté pour un moment les cas exceptionnels; supposons des conditions ordinaires, *moyennes*, comme on dit. Nous sommes partis par une belle journée, il vous en souvient, et le thermomètre au moment du départ, *à l'ombre*, marquait, par exemple, 20°: ce qui est une haute température d'été : aussi fûtes-vous étonnés de voir nos voyageurs embarquer dans la nacelle de lourds paletots et de chaudes couvertures. Mais quelques minutes étaient à peine écoulées, et le ballon arrivé vers 400 mètres de hauteur, que déjà nos voyageurs éprouvaient l'impression d'une délicieuse fraîcheur; une douce température de printemps, 15° environ. On monte, on monte, et vers 1000 mètres le thermomètre marque 10°; 6° ou 7° vers 2000 mètres. A 3500 mètres environ, le petit instrument dit 0°— et nous sommes en hiver. Passer ainsi en peu de minutes de juillet à décembre! Nos voyageurs, habitués à la chaleur, sentent rudement le contraste. Ils sont saisis. Ah! voilà que les couvertures de voyage et les bons paletots fourrés vont être estimés à leur valeur! Enveloppez-vous bien les jambes, mes amis; ce panier à jour n'a rien de chaud! — Et si nous nous élevions à 6000 ou 7000 mètres? Là règne un froid noir. Là on est transi, on a l'onglée, on a les mains bleues... Et en bas, au-dessous de nous, il y a des gens qui soufflent, qui suent de chaleur! — Toujours à cette hauteur de 7000 mètres l'aéronaute Sivel, le même qui périt si tristement comme je vous l'ai raconté, observa un froid de — 24° : une température de Sibérie! Dans sa grande ascension, où lui aussi faillit mourir,

M. Glaisher a trouvé cette même température, — 24°, pour le plus haut point de sa course, 11 000 mètres. Mais voici plus encore : en plein mois de juillet, deux savants, MM. Bixio et Barral, à la hauteur de 7000 mètres voient le thermomètre descendre jusqu'à 39° au-dessous de zéro. Un froid mortel ! — Mais quelle sorte de température rencontrerait donc à cette hauteur un aéronaute qui partirait de terre en plein hiver, quand il gèle ici-bas *à pierre fendre?*

Vous comprenez combien le froid intense des hautes régions ajoute de souffrances à celles que l'aéronaute éprouve par suite de la rareté de l'air. Là nul abri ; isolé, immobile dans sa nacelle... Ah ! oui, diriez-vous : il n'y a pas grande place pour faire de l'exercice, afin de se réchauffer ! » De l'exercice? Mais vous oubliez donc que c'est à peine si le pauvre voyageur a la force de faire un mouvement ? A une hauteur modeste de 4000 ou 5000 mètres, souvent il peut être déjà fort incommodé par le froid. Une seule chose tempère cette impression : c'est que l'aéronaute ne sent aucun souffle de vent, pour des raisons que je vous expliquerai plus tard. Or vous devez savoir par expérience qu'on supporte bien mieux un froid très vif, par un temps absolument calme, qu'un froid beaucoup moins rigoureux lorsqu'un vent rapide vous fouette, pénètre, semble-t-il, jusqu'à votre peau, malgré l'épaisseur des vêtements, et vous coupe, comme on dit, le visage. — Un jour, un pauvre aéronaute italien, nommé Zambeccari, venait de tomber dans la mer avec son ballon... Trempé jusqu'aux os, il a encore la force de jeter dehors un très lourd appareil. Le ballon, délesté tout à coup d'un poids très grand, se relève soudain, s'élance dans l'air avec la rapidité d'une flèche. Il atteint une hauteur énorme, où régnait un froid extrême : de plus, le mouvement du ballon fendant l'air avec vitesse faisait tomber sur l'aéronaute un souffle rapide et glacé. Ses vêtements mouillés gèlent sur son corps ; il perd connaissance. Quand il reprit ses sens, au milieu de cruelles souffrances, ses mains avaient gelé... il fallut lui cou-

[illegible]

[illegible]

[illegible] Le [illegible] — [illegible] — les [illegible] ne ressentent [illegible] qui couvre la neige, une [illegible] le corps et le visage. [illegible] le mouvoir [illegible]. Il faut marcher, il le [illegible] la circulation du sang, pour empêcher la vie de s'éteindre. Un lourd sommeil pèse sur leur cerveau, obscurcit leur pensée, abat irrésistiblement leur courage, les envahit malgré eux : — et c'est le dernier sommeil. « Quiconque s'assied s'endort, » disait énergiquement à ses compagnons qui se traînaient à peine et semblaient prêts à défaillir, un vaillant capitaine, traversant avec ses troupes un dangereux passage des Alpes, « quiconque s'assied s'endort, et quiconque s'endort ne se réveille plus ! » Les récits des montagnards sont pleins de tragiques histoires cent fois répétées : voyageurs égarés, engourdis par le froid, auxquels la neige fait un linceul...

Mais ce qui vous étonnera peut-être, c'est qu'en ballon, comme aussi sur les montagnes, lorsque le ciel est pur, ou quand on

a dépassé la hauteur des nuages, les rayons du soleil, à travers cet air froid, vous arrivent pénétrants et vifs, parfois d'une ardeur insupportable. Un savant observateur, de Saussure, raconte avec étonnement qu'il a été fort incommodé par la chaleur du soleil en gravissant le Mont-Blanc, en plein au milieu des neiges. « Vous êtes plongés, dit-il, dans un bain d'air glacial, la bise aiguë vous coupe le visage ; et en même temps les rayons du soleil vous tombent sur la tête, perçants comme des flèches ! » Aussi le guide Jorasse, un grimpeur déterminé, robuste montagnard, disait-il, mais sérieusement, à ses compagnons, que s'il avait à gravir une autre fois les plus hauts sommets du Mont-Blanc, il n'emporterait pas avec lui les moindres provisions : on n'a pas d'appétit; mais seulement un parasol... et un flacon d'eau de Cologne ! Beaucoup d'aéronautes ont éprouvé les mêmes sensations étranges. « A 4500 mètres, dit l'astronome Flammarion, dans le récit d'un de ses voyages aériens, nous avions un froid de 12° au-dessous de zéro ; tandis que le soleil était d'une chaleur intolérable sur nos têtes. » Chose surtout incommode, le rayonnement du soleil vous brûle le visage, le cou, vous chauffe le corps d'un côté, l'autre côté gèle... Pour égaliser un peu la température, il faudrait donc se tourner devant le soleil comme un rôti devant le feu ! — à moins que le ballon lui-même ne tourne, ce qui est fort ordinaire.

Il y a, du reste, un moyen de mesurer cette force de rayonnement. Prenons notre thermomètre que nous tenions soigneusement à l'ombre, et qui nous marque la température de l'air environnant; présentons-le en face au soleil. Nous le voyons monter rapidement et d'un grand nombre de degrés, bien plus qu'il ne ferait, à terre, en semblable circonstance.

La raison de ce phénomène, en apparence bizarre, vous la comprenez sans peine. La chaleur rayonnante que nous lance directement le soleil et que nous ressentons si vivement, est, vous le savez par expérience, arrêtée par le moindre nuage. La

plus légère vapeur, presque invisible, l'atténue, la tempère beaucoup; tandis que ses rayons traversent sans nul obstacle l'air froid, en même temps rare, extrêmement limpide et léger des grandes hauteurs, transparent pour la chaleur comme il est transparent pour la lumière.

Mais nous ne sommes pas seuls à éprouver cette influence; le ballon, lui aussi, s'en ressent. Sous ses toiles demi-transparentes, le gaz s'échauffe, absolument comme l'air sous le vitrage d'une serre. S'échauffant, il se dilate; il augmente de volume. Le ballon se tend, se gonfle davantage, la poussée augmente. Conséquence : nous montons plus vite. Lorsqu'on sort, par exemple, d'un nuage, aussitôt que l'aérostat pénètre dans l'air diaphane, que les rayons du soleil frappent le globe, il semble s'alléger comme si on eût jeté du lest. Il reprend un plus vif essor; on dirait que le soleil l'attire en haut. Vous vous souvenez que la seule dilatation de l'air fortement chauffé suffit pour faire monter les montgolfières; mais vous vous étonnez peut-être que la simple chaleur du soleil produise un effet sensible. — Un jour, à Dijon, des aéronautes avaient fait gonfler d'air leur ballon, afin de bien faire sécher sa toile fraîche vernie. C'était un beau jour de mai, le soleil frappait en plein le dôme de l'aérostat ; l'air intérieur s'échauffait. Tout à coup, le globe se dégage, s'enlève doucement dans les airs. Stupeur des hommes d'équipe! On n'avait pris aucune précaution pour l'assujettir très fortement au sol; qui se serait attendu à pareille escapade? Le fugitif n'alla pas bien haut, il est vrai, et son petit voyage en pleine liberté, par-dessus toits et murs, ne dura pas bien longtemps. On le ressaisit, on le ramène à ses arrêts; on l'amarre bien, cette fois. — Ainsi un ballon *plein d'air* s'était enlevé avec son filet, son cercle, brisant des cordages et arrachant de terre un piquet, le tout par l'effet d'un simple coup de soleil, par la faible dilatation que cette chaleur modérée avait pu produire.

LE VENT ET LA ROUTE

« Mais où donc allons-nous enfin? » — Où nous mènera le vent. Recommandons-nous à *Éole*[1], le dieu des aéronautes... Éole, en ce moment, dispose de nos destinées; où il voudra, nous irons. — Nous pouvons bien, par des manœuvres combinées, nous élever ou nous abaisser à notre gré, choisir, dans une certaine mesure, le moment ou même le terrain de notre descente. Tant que nous avons du gaz et du lest, nous sommes maîtres de nos mouvements en hauteur, dans le sens de la verticale. Mais pour ce qui est, au contraire, de la direction, du mouvement dans le sens horizontal, nous sommes les esclaves du vent. Le plus léger zéphyre nous emporte aussi irrésistiblement que la plus violente tempête; notre vaste globe est le jouet de tous les souffles de l'air, aussi bien que la frêle bulle de savon irisée que vous avez livrée à la brise.

L'aérostat dans l'air n'est pas dans la situation du navire sur la mer, du navire qui, poussé par le vent, peut, profitant de la résistance de l'eau, *biaiser* avec le vent, prendre une marche oblique à sa direction dans un sens ou dans l'autre, et même, par des marches obliques habilement combinées, gagner contre lui et se transporter en sens contraire de son courant. Il est, hélas! comme la feuille sèche que la rivière emporte, et qui suit tous ses remous. Nous ne naviguons pas, nous flottons. — Ah! naviguer dans les airs, aller où l'on voudrait, *diriger les ballons* enfin, comme on dirige une barque, quel rêve charmant! Mais jusqu'ici ce n'est qu'un rêve. Que n'a-t-on pas imaginé, combiné, essayé à grands efforts de génie, à grands frais, pour réaliser cette chose impossible, — impossible jusqu'à présent, — diriger un ballon! Les uns ont mis à leur aérostat des voiles, les autres des rames, ou d'immenses ailes, pour le faire voler comme un oiseau; d'autres enfin des *hélices* ou ailes tournantes

1. Dieu du vent dans l'antique mythologie grecque et latine.

obliques, semblables aux ailes d'un moulin à vent, à l'hélice d'un bateau à vapeur. — Ce qu'il a été possible de faire, jusqu'ici, au moyen des plus ingénieuses machines, je vous l'exposerai plus loin; mais notre ballon à nous, celui dont nous suivons, par la pensée, le trajet aérien, n'est pourvu d'aucun de ces *organes :* ni rames, ni ailes, ni roues... Il n'essaie pas de lutter contre le vent; il se laisse emporter.

Un ballon suit exactement la direction du courant d'air au milieu duquel il est flottant, et prend exactement la même vitesse. La première conséquence de ceci, — conséquence qui va peut-être vous étonner au premier abord, mais qui se comprend très bien à la réflexion, — c'est qu'on ne sent pas le vent en ballon, même quand il est très fort, même quand il vous emporte avec une vitesse extrême, avec une vitesse deux fois, trois fois supérieure à celle d'un train de chemin de fer. « Il n'y a pas d'endroit, dit plaisamment un spirituel aéronaute, où on soit mieux à l'abri des courants d'air.... » C'est-à-dire que le courant d'air vous emporte; mais vous n'en sentez rien. Une plume posée sur le bord de la nacelle ne s'envolerait pas.

Lorsque vous êtes à terre, le moindre vent fraîchit à votre visage : c'est l'air en mouvement qui vient heurter contre vous immobile. L'air est-il parfaitement calme, tandis que vous courez avec vitesse, une brise soulève vos cheveux, frôle vos joues, siffle à vos oreilles : c'est vous, cette fois, qui venez à l'encontre de l'air immobile. Dans les deux cas il y a choc; et c'est ce choc que vous sentez. Mais en ballon c'est autre chose : le globe et toute la masse d'air qui l'entoure voyagent ensemble, se meuvent du même mouvement : il n'y a nul choc, donc nul souffle senti, nulle impression produite. Par exception, on a pu observer quelques moments où il s'est fait sentir une brise, où un petit moulinet de papier a pu faire quelques tours rapides : c'est quand le ballon entrait dans un courant d'air dont il n'avait pas encore eu le temps de bien prendre la vitesse et la direction.

Si on ne sent pas, en ballon, le vent qui existe, en revanche on peut sentir celui qui n'existe pas... — Je m'explique. De même que si vous courez dans l'air calme, vous ressentez à votre visage un souffle qui vous semble être du vent, de même lorsque le ballon s'élève ou descend rapidement, fendant l'air pour se faire place, l'aérostat et les aéronautes eux-mêmes éprouvent l'effet comme d'un vent qui soufflerait en sens contraire. L'aérostat monte-t-il? Les voyageurs de la nacelle ressentent un courant d'air vif et froid qui leur tombe d'aplomb sur la tête et les épaules, comme si le vent soufflait du ciel droit en bas vers la terre. Descend-il, nos observateurs sentent l'impression d'un souffle qui monterait droit de la terre vers le ciel, qui soulève leurs cheveux, fraîchit contre leur main s'ils l'étendent en dehors de la nacelle, ou contre leur visage s'ils se penchent pour regarder en bas. Cet effet, dont vous avez dans les lignes qui précèdent une explication suffisante, a donné l'idée d'un appareil destiné à faire savoir aux aéronautes s'ils montent ou descendent à un moment donné; et cet appareil n'est autre chose que la brillante banderole de soie qui a frappé vos yeux au départ, suspendue à l'équateur du ballon, ou encore à la nacelle elle-même. Excessivement légère et mobile, présentant à l'air une large surface, elle obéit à cette résistance que l'air oppose au mouvement du ballon, comme un pavillon au souffle de la brise. Si le ballon monte, elle *pointe* vers la terre, agitée de petites ondes, de rides, qui courent dans le sens de la longueur et la font *palpiter* comme un drapeau déployé au vent. Lors au contraire que le ballon descend, la soie légère se soulève, flotte en haut, et si la chute est rapide tourne sa pointe vers le ciel. — Vous voyez l'utilité de la banderole. Mais si la soie flottante peut avertir les voyageurs, leur donner même une idée de la rapidité de la montée ou de la descente, elle ne les renseigne en rien, je n'ai pas besoin de le dire, sur la hauteur à laquelle on se trouve :

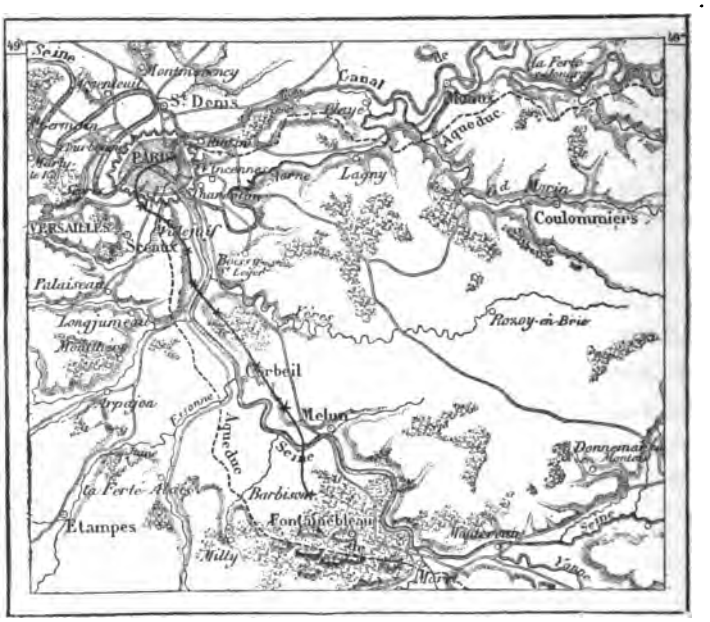
rien ne peut dispenser d'observer assidument le baromètre.

Hors ce cas de montée ou de descente rapide, les voyageurs de la nacelle ne ressentant aucun souffle, aucune secousse, éprouvent l'impression d'un calme parfait, d'une immobilité complète; ils n'ont aucunement conscience du mouvement qui les emporte. Comment donc peuvent-ils s'apercevoir du chemin qu'ils font? Comment reconnaître la route qu'ils suivent? — C'est uniquement en observant la terre. Penchés sur le bord de la nacelle, ils regardent en bas; ils voient les bois et les cultures, les collines et les vallées, les villes et les villages *filer* au-dessous d'eux; les objets terrestres approchent d'un côté, passent dessous, s'éloignent du côté opposé, — absolument comme on voit, en voiture ou en chemin de fer, les arbres et les maisons accourir, défiler, puis s'enfuir en arrière. Mais en ballon l'illusion est bien plus complète encore; plus l'observateur est entraîné avec vitesse, plus le paysage, naturellement, glisse rapide au-dessous de lui, surtout si l'aérostat plane près de terre ; alors les objets paraissent emportés dans une course folle... Impression étrange, presque effrayante, que les voyageurs aériens décrivent de la façon la plus curieuse dans leurs récits, et qui leur fournit les expressions les plus pittoresques. Mais si les voyageurs ne peuvent apercevoir la terre? S'ils sont plongés dans le brouillard? Ou bien encore s'ils sont montés au-dessus des nuages, et que ces nuages leur cachent complètement les objets terrestres? Oh! alors, rien ne les avertit plus du mouvement qui les emporte; rien ne leur donne même une idée de la direction qu'ils suivent, ni de la vitesse de leur course. Rien, — et c'est le charme de se sentir ainsi tout à fait isolé, immobile, comme perdu dans l'immensité tranquille, quand on peut se dire que là-dessous la terre fuit avec rapidité... C'est le charme, mais c'est aussi le danger. Peut-être sommes-nous immobiles, en effet. Peut-être sommes-nous emportés par un courant fougueux, fuyant sans nous en douter avec une rapidité terrible. Peut-être, depuis que nous avons

perdu de vue la terre, avons-nous changé de route. Où sommes-nous? Qu'y-a-t-il au-dessous de nous? Le souffle de tempête qui nous porte, — peut-être, — n'aurait-il pas eu le temps déjà de nous lancer au-dessus de la mer? Ne flotterions-nous pas sur quelque océan perdu? Ou bien, tout au contraire, ne courrions-nous pas, comme une barque affolée, nous briser contre quelque blanc écueil de l'air, — je veux dire le sommet neigeux de quelque haute montagne? N'allons-nous pas voir tout à coup sa masse menaçante apparaître, grandir, émergeant du milieu du brouillard? — On conjecture, on calcule les distances, les vitesses possibles, le temps écoulé. Et si quelqu'un de ces dangers est en perspective, — la mer surtout, la mer effroi des aéronautes! — alors il n'y a qu'une chose à faire : redescendre au plus vite, percer l'épaisseur des nuages et se rapprocher assez de la terre pour revoir le paysage et tâcher de le reconnaître. Voilà ce qui rend les hautes ascensions extrêmement dangereuses en Angleterre, par exemple, ou en toute autre région étroite, entourée de mers. C'est seulement quand on sait au-dessous de soi un vaste continent qu'on peut rêver, sans frayeur, de longues heures au-dessus des nuages!

Mais quand on voit bien la terre, c'est un autre plaisir. Quelle charmante façon d'apprendre la géographie! Le guide a une carte du pays en main, on tâche de reconnaître les lieux que l'on traverse, à l'aspect des villages, des collines, des rivières. On pique sur la carte, à mesure qu'on les reconnaît, les lieux au-dessus desquels on passe; et ainsi on fait ce qu'on appelle son *point*, c'est-à-dire qu'on marque sur la carte la trace du chemin suivi dans les airs. Voyant alors la direction que l'on suit, calculant la vitesse, on prévoit d'avance les lieux que l'on va traverser, on s'apprête à les reconnaître. « Dans dix minutes nous passerons sur telle ville; nous devrions déjà apercevoir dans le lointain les hauts clochers, la grosse tour. » — Ou bien : « Nous arrivons sur la forêt. Nous passerons la rivière entre tel village et tel autre. » — Il y a toutefois une petite

difficulté. Souvent, avons-nous dit déjà, tout en avançant, le ballon tourne lentement sur lui-même, et par suite le paysage semble tournoyer en sens contraire. Comment reconnaître sa direction, sur cet horizon qui change sans cesse? « Cette forêt que nous avions à notre gauche... — tiens, — elle a passé à droite ! Ce village que nous voyions venir devant nous, il est maintenant derrière; il arrive sur nous par l'autre côté. » —



CARTE D'UN VOYAGE AÉRIEN (DE PARIS A BARBISON, M. FLAMMARION, 1867.)

Ce serait à croire qu'on a changé tout à coup de direction, si on n'était averti; ce serait à perdre la tête, et à ne plus savoir où l'on va. Mais les aéronautes étaient avertis; ils ont apporté avec eux une *boussole*. Avec ce petit instrument, plus de crainte d'erreur. Le bout bleu de l'aiguille marque le nord; l'observateur compare cette direction fixe qu'elle lui montre, avec le sens du mouvement apparent du paysage qui fuit sous la nacelle, en conclut la direction de son propre mouvement. Par exemple, notre

voyageur, tenant en main sa boussole, et se penchant un peu en dehors de la nacelle, voit les objets glisser dans une direction qui suit la ligne est-ouest dans la boussole, et *de l'ouest vers l'est*. Il en conclut que lui-même suit la direction inverse, c'est-à-dire qu'il marche vers l'ouest. C'est vers l'ouest de sa carte qu'il cherchera les points sur lesquels il doit passer. Et si le ballon tourne, si les objets paraissent changer de place, la boussole, elle, qui n'a pas tourné et qui marque toujours fidèlement le nord, lui permettra de s'apercevoir du mouvement, et de *s'orienter* malgré ce mouvement. Quand on n'a pas de boussole, la simple observation de la position du soleil, — en tenant compte de l'heure, — permet de s'orienter également; mais le soleil peut être caché par les brouillards, par les nuages: ma petite aiguille est là toujours.

BOUSSOLE.

Voulez-vous vous faire une idée de la vitesse du vent, du vent qui souffle près de la terre? Il vous suffira d'abandonner en l'air un très léger duvet que la brise emportera. La vitesse du mouvement de ce petit objet flottant sera la vitesse même de l'air, rendue visible par ce moyen bien simple; de même que la fuite d'une feuille qui s'en va au fil de l'eau permet de juger la vitesse du courant d'une rivière. — A l'aide d'une sorte de moulinet qu'on nomme *anémomètre*, il est possible de mesurer la vitesse des courants d'air. On est arrivé ainsi à des résultats extrêmement intéressants et utiles. Vous-même vous serez curieux de savoir avec quelle rapidité le vent franchit l'espace, vous qui le prenez à chaque instant pour terme de comparaison, et qui dites: « rapide comme le vent! » Le souffle le plus léger,

qui caresse presque imperceptiblement votre visage, entraîne l'air, entraînerait une bulle de savon flottante avec la vitesse de 50 centimètres environ par seconde. Un zéphyre déjà plus sensible, mais qui fait à peine osciller les feuilles des grands arbres, glisse avec un mouvement d'un mètre par seconde, un peu moins d'une lieue à l'heure : c'est un petit pas de promenade. Voyez-vous les herbes aux longues tiges frêles fléchir gracieusement, le feuillage frissonner avec un gai murmure? C'est une brise légère, un vent très doux qui parcourt 2 mètres par seconde, 7 kilomètres en une heure : c'est le pas pressé d'un bon marcheur. Mais déjà ce souffle fait glisser lentement sur l'eau paisible la barque qui étale, pour le recevoir, sa large voile comme une aile. Quand l'air lancé parcourt 5 mètres par seconde, près de 5 lieues à l'heure, il fait tourner rondement les ailes des moulins; déjà vous auriez peine à suivre quelques pas seulement à la course un duvet flottant que ce vent modéré emporterait.

Le vent fort est celui qui parcourt 10 mètres par seconde, plus de 9 lieues à l'heure; c'est une *bonne brise* qui fait bien marcher les navires. S'il fraîchit encore, et arrive vers 15 mètres par seconde, 13 ou 14 lieues à l'heure, c'est la vitesse d'un chemin de fer ordinaire. — C'est ce vent que, par un air parfaitement calme, sent frôler à ses oreilles le mécanicien debout sur le palier de sa locomotive, tandis que le long de la voie les feuilles des arbres restent immobiles ou frémissent à peine. Un vent très fort, qui secoue rudement les arbres, est celui qui court avec une rapidité de 20 à 25 mètres par seconde : la plus grande vitesse d'une locomotive lancée à toute vapeur. Vers 30 mètres par seconde, c'est un vent très violent et déjà dangereux; à 35 ou 40 mètres, c'est le vent de tempête : la mer se soulève en grosses vagues furieuses, et les navires sont en péril. Les *ouragans* qui renversent les édifices et déracinent les arbres, vont jusqu'à 45, 50 ou même 60 mètres par seconde (40, 45, 50 lieues à l'heure); on a vu les tourbillons des *cyclones* ou tem-

pêtes tournantes, atteindre la vitesse de 80 mètres par seconde et plus... C'est épouvantable.

Quant à la direction du vent, elle s'observe, comme vous le savez, au moyen de girouettes. — Mais, remarquez-le bien, ces moyens, la girouette, l'anémomètre, ne nous renseignent que sur la direction et la vitesse du vent qui rase la terre. Ils ne nous disent rien de ce qui se passe là-haut, dans les régions des nuages. On a beau les jucher le plus haut possible, sur les édifices élevés, aux faîtes des tours, des clochers... qu'est-ce que cela, relativement à la hauteur de l'atmosphère? Or le vent qui souffle près du sol est ralenti et détourné par mille obstacles, les montagnes, les collines, les grands arbres même. Pour déterminer d'en bas la direction et la mesure de la vitesse du vent dans les hautes régions, il n'y a qu'un moyen : c'est d'observer celle des nuages qu'il emporte. Or, s'il est facile de reconnaître le sens du mouvement d'un nuage qui fuit sur nos têtes, il n'est pas aussi commode de mesurer exactement sa vitesse! Cela peut se faire; mais l'opération est difficile et peut ne pas toujours réussir. Et puis, s'il n'y a pas de nuages?

C'est pour obvier le mieux possible à cette difficulté que les aéronautes, sur le moment du départ, — les hommes du monde les plus intéressés à savoir d'où vient le vent, — ne se contentent pas d'observer avec le plus grand soin la vitesse et la direction du vent qui souffle près de terre. Pour avoir une idée du chemin qu'ils vont prendre, non seulement ils regardent les nuages, mais souvent ils lancent vers les hauteurs de l'air un petit *ballonneau* de couleur voyante, ce qu'on appelle un *ballon d'essai*. Ce *précurseur* leur montre la route; on le suit des yeux aussi longtemps que l'on peut, avec les meilleures *lunettes* (*longues-vues*), jusqu'à ce que la petite tache flottante, devenue imperceptible par la distance, s'efface, disparaisse dans l'immensité du ciel, ou que le ballonneau s'enfonce dans quelque nuage. — S'il vous en souvient, c'est ainsi que procéda, dès

son premier voyage, le savant et ingénieux Charles, en présence de Montgolfier.

Or, quand on est en ballon, on est au mieux pour reconnaître la direction et la vitesse de ces grands courants d'air, invisibles de la terre. Et comment? En observant la marche du ballon lui-même. Nous venons de voir nos observateurs tracer sur leur carte la route suivie, à mesure qu'ils reconnaissent les lieux au-dessus desquels ils passent. Cette route, c'est la direction même du vent qui les emporte. Et pour la vitesse, c'est tout aussi simple; seulement il a fallu noter, en outre, l'heure du passage au-dessus des lieux reconnus. Le calcul est bien facile : c'est le même que vous faites lorsque vous voulez vous rendre compte de votre marche, connaissant la distance parcourue et le temps employé à la parcourir. La différence des heures entre deux points marqués donne le temps; la distance se mesure sur la carte même, au moyen de l'*échelle* de cette carte, et à l'aide d'un compas ou d'une simple bande de papier. « A telle heure, nous planions sur tel village. Maintenant il est telle heure, et nous franchissons la rivière en face de la forêt. Nous avons mis à parcourir cette distance tant de minutes. Quelle est la distance entre les deux points? » — « Tant de kilomètres... » — « Donc notre vitesse est de... » — Une petite opération d'arithmétique, et nous saurons avec quelle vitesse notre vaisseau aérien franchit l'espace : c'est la vitesse même du courant d'air au gré duquel il va flottant.

Cette vitesse, naturellement, est très variable, suivant les jours et les heures; mais il est excessivement rare que l'air soit parfaitement calme, immobile, à de grandes hauteurs. Dans ce cas un ballon monterait et descendrait suivant la verticale, et se reposerait au lieu même d'où il est parti, ou à peu près; cela ne s'est presque jamais vu. Au contraire, une vitesse de 10 à 12 mètres par seconde (soit 10 lieues à l'heure), celle d'un cheval au grand galop, est très ordinaire, même par les plus beaux jours. Mais quoi? on a fait par les airs des courses bien autrement

rapides, des courses effrayantes... et cela ne vous étonnera pas, puisque vous savez qu'un ballon « va comme le vent » sans exagération aucune. — Un jour, c'était en 1869, au mois de février, — en plein hiver, mois de *ventôse!* — deux braves et savants aéronautes parisiens[1] s'élevaient avec leur petit ballon, *l'Hirondelle*, sans doute pour aller voir comment il fait là-haut pendant la tempête. Les rafales étaient si violentes, qu'au moment du départ le ballon bondissait, se jetait sur le côté; il s'arracha des mains de ceux qui le retenaient et partit comme une flèche... Le vent les emporte; au-dessous d'eux la terre fuit, et les objets semblent tournoyer tout en fuyant; car le ballon tourne, tourne sur lui-même : c'est un tourbillon, un vertige. Impossible de reconnaître sa route. Ils voient passer des rochers, des précipices; puis des bois dont les arbres plient sous le vent... Ils descendent ou plutôt ils s'abattent à terre; ils demandent où ils sont. Ils sont près de Château-Thierry, à 88 kilomètres de Paris. Et il y a un peu plus d'une demi-heure qu'ils sont partis! On calcule : c'est effrayant. Ils ont franchi l'étendue avec une vitesse de 45 lieues à l'heure, 50 mètres par seconde : une vitesse d'ouragan! — On dit que l'aéronaute anglais Green passa un jour au-dessus de la ville de Londres avec une rapidité plus foudroyante encore de 64 mètres par seconde (58 lieues à l'heure). Jamais homme ni oiseau n'avait volé de la sorte!

En général on a constaté, en ballon, que le vent est plus fort, plus rapide dans les hauteurs de l'air que près de la surface de la terre, en même temps plus égal, plus régulier. Mais voici le moment de nous rappeler que le même vent ne règne pas, ordinairement, dans toute la hauteur de l'atmosphère, à partir du sol jusqu'aux régions les plus élevées. L'air ne se meut pas d'un bloc comme une masse solide; il est plutôt comme un océan, qui a ses courants et ses remous, sa houle et ses marées. Il y a ordinairement plusieurs courants d'air *superposés*, de vitesses différentes, souvent aussi de directions différentes ou

1. G. Tissandier et W. de Fonvielle.

même opposées. Ne vous souvient-il plus d'avoir vu, d'un temps couvert, de ces petits nuages détachés, effrangés et sombres, de ces messagers de la tempête glissant avec rapidité sous la voûte grise des grands nuages qui semblent immobiles? N'avons-nous pas observé ensemble ces légers *cirrus* blancs, nuages des régions élevées, qui nous paraissaient marcher en sens contraire d'autres nuages plus lourds et plus bas? Nous étions donc avertis déjà que les vents qui règnent à diverses hauteurs n'ont pas toujours ni la même direction, ni la même vitesse. Mais c'est en ballon qu'il faut être pour bien observer, et tout à son aise, ces courants superposés. Or c'est là une chose qui intéresse plus que toute autre les voyageurs de l'air.

Nous planons, avec notre ballon, à une certaine hauteur, la hauteur de 4000 mètres si vous voulez. Le vent nous emporte. Mais il nous emporte justement du côté où nous ne voudrions pas aller. Lui résister? Impossible. — Que faire donc?

Mais si plus haut encore, vers 5000 ou 6000 mètres, un autre vent soufflait vers un autre point du ciel? Peut-être existe-t-il au-dessus de nos têtes un courant aérien qui nous porterait justement vers les lieux où nous voudrions aborder? — Alors nous n'aurions qu'à nous élever jusqu'à ce courant supérieur et à nous abandonner à lui; il nous ramènerait dans la bonne direction. Ou bien, tout au contraire, ne serait-ce pas au-dessous de nous, plus près de terre, vers 2000 ou 1000 mètres que passe un *fleuve* d'air coulant dans le sens souhaité? Et alors il nous suffirait de nous laisser descendre jusqu'à lui, puis de voguer avec lui, près du sol, entraînés par son cours.

Si nous le savions! Mais comment le savoir? Jusqu'à ce que la *loi des vents* soit bien connue, il n'y a guère pour nous, comme pour ceux d'en bas, qu'un seul moyen : observer la marche des nuages, quand il y a des nuages. — Et c'est ce que font nos compagnons de voyage. Apercevez-vous ces minces

filaments blancs de nuages qui flottent dans le ciel bleu? Où vont-ils? Ils filent sur nos têtes non pas tout à fait en sens contraire de nous, mais dans une direction croisée. On tient conseil. — « Nous éloignerait-il, ce courant, des dangers que nous redoutons? Nous rapprocherait-il du chemin que nous voudrions tenir? — Oui. — Et à quelle hauteur règne-t-il? — Ces nuages semblent flotter à 1000 ou 2000 mètres au-dessus de nous. — Pouvons-nous nous élever jusque-là? — Sans doute. — Eh bien, en route pour les hauteurs!

C'est la manœuvre savante que fit un jour le célèbre aéronaute anglais Green, dont nous avons déjà parlé plusieurs fois. Partant de Londres, il avait l'intention de faire un beau et long voyage, de traverser la mer et de descendre sur le continent, comme Blanchard. Déjà haut dans les airs, il consulte sa boussole : il s'aperçoit que le vent le poussait trop à l'est, vers la mer d'Allemagne et la Baltique. Mais son expérience lui fait soupçonner que dans une région plus élevée doit souffler un vent plus favorable. Il jette du lest; il monte jusqu'à ce courant supérieur, qui, en effet, le ramène dans une bonne direction, vers les côtes de France. En une heure, il franchit la Manche vers Calais; puis le voilà qui vogue sur la France et sur la Belgique. La nuit vient; mais le courageux aéronaute poursuit sa route à travers les ténèbres. Au petit jour, il s'abaisse, prend terre en Allemagne, près de Wiberg (Nassau), ayant traversé la mer, le Rhin, les montagnes : il eût pu aller plus loin encore. C'était le plus long voyage aérien qu'on eût fait jusqu'alors.

Mais la plus belle histoire de *courants superposés*, la voici. C'était il y a quelques années [1], à Calais. — Mauvais endroit, direz-vous, pour un départ; au bord de la mer! — Oui; et ce jour-là justement le vent soufflait vers la mer... Et pourtant ils partent, les hardis, les téméraires voyageurs!

1. 16 août 1868. Ascension de MM. Duruof, Barret et G. Tissandier dans le ballon *le Neptune*.

Ils s'élèvent rapidement au-dessus des premiers nuages, vers 1200 mètres de hauteur. On regarde la boussole. « Nous nous dirigeons vers l'Angleterre, » dit l'un. Mais non; en observant avec plus de soin leur direction, nos aéronautes reconnaissent que le vent les entraîne au-dessus des horizons immenses de la mer du Nord. « A notre gauche, raconte un des voyageurs, nous apercevons la ville de Calais... nous voyons

CALAIS ET LA MER, VUS A TRAVERS LES NUAGES.

distinctement les jetées du port, et une nuée de spectateurs microscopiques ne tardent pas à s'y porter comme l'armée d'une fourmilière. A nos pieds la mer transparente s'étend à l'infini comme un vaste champ d'émeraude [1] que viennent colorer brillamment les rayons du soleil. Tout ce spectacle est séparé de nous par une légion de nuages floconneux qui glissent sur un même plan horizontal, et qui semblent prendre naissance d'un côté de l'horizon pour se disperser de l'autre. — Je n'oublierai jamais cette étonnante procession de nuages,

1. Verdâtre, glauque.

AU-DESSUS DE LA MER.

qui marchaient avec rapidité sous notre nacelle... On voyait cette armée de nuées prendre naissance (en apparence) dans le lointain, à l'endroit où la mer se confondait avec le ciel; ces *cumulus* blanchâtres semblaient s'échapper des flots... » Cependant ils observent que les traînées de nuages se dirigent vers Calais; tandis qu'à 1600 mètres le vent les emporte vers le nord-est, au-dessous d'eux, à 600 mètres du sol passe un autre courant qui souffle vers la terre. « Nous pouvons continuer notre promenade sur mer, s'écrient-ils avec joie; quand nous voudrons, nous reviendrons à terre. » — Il y avait une heure qu'ils avaient quitté le port, et ils avaient fait sept lieues au-dessus de la mer; ils songent au retour. Ils se laissent doucement descendre à 400 mètres au-dessus des flots, dans le courant inférieur qui les ramène au point de départ; ils repassent sur Calais même! Tous les yeux étaient levés, tous les bras tendus vers eux. Ils passent si près, qu'ils peuvent reconnaître les spectateurs. Puis ils sont portés au-dessus des riches campagnes.

L'expérience était belle; mais les aéronautes ne veulent pas finir sitôt leur promenade. Une seconde fois, ils s'élèvent jusqu'au-dessus des nuages; ils perdent la terre de vue, et tranquillement, gaiement, ils se mettent à déjeuner. — Une seconde fois le courant supérieur les rejette sur la mer, et bien plus loin que la première fois... Quelle imprudence! Ils se hâtent de redescendre, ils percent la couche de nuages. Ils voient encore une fois au-dessous d'eux l'immensité des flots.

Il était sept heures du soir; le soleil s'abaissait vers l'horizon de la mer; l'eau reflétait les rougeurs ardentes du couchant. Déjà le courant intérieur les ressaisit et les ramène. Mais les ramènera-t-il, cette fois encore jusqu'à terre? Ils voient la masse sombre d'un cap qui semble s'avancer vers eux; c'est le promontoire escarpé et sauvage de *Gris-nez*. L'aérostat atteindra-t-il la côte? Ou bien passant devant sa pointe avancée, comme un navire qui double le cap, va-t-il aller se

IL ÉTAIT TEMPS!

perdre au loin, sur la Manche? Voilà ce qu'ils se demandent.

« La nuit tombe, le ciel se voile. Le moment était vraiment solennel; tous trois, à bord de notre frêle esquif, nous étions silencieux, regardant attentivement le phare qui domine la pointe du cap, et nous efforçant de deviner si nous allions aborder ces côtes qui étaient notre seul espoir de salut. — Je n'oublierai jamais ces quelques minutes d'angoisse où l'idée d'une mort tragique envahissait malgré moi ma pensée. Je croyais pour ma part que notre route nous conduisait bien au-delà des falaises, et que nous allions être obligés de nous jeter à la mer, dans l'impossibilité où nous étions de flotter au hasard pendant la nuit sur les immensités de la Manche et de l'Océan. Je regardais machinalement le disque du soleil, que je n'avais jamais vu d'un rouge si sanglant; il planait sur l'immensité comme un aérostat enflammé qui allait bientôt s'engloutir dans les flots... — Tantôt mes yeux se reportaient vers le rivage encore lointain, et il me semblait entrevoir tous ceux que j'aime qui allaient me recevoir dans leurs bras; tantôt mon regard errait à la surface de la mer, où quelques barques bondissaient sur les vagues : c'était un sentiment confus, indécis, qui s'emparait de mon esprit : il y avait du rêve dans cette période de mon voyage... Je distingue cependant toute la scène, et j'entends le murmure monotone, sombre, de l'Océan, qui monte jusqu'à notre nacelle et qui remplit notre âme d'un triste pressentiment... » — Ainsi raconte ses impressions intimes l'un des aventureux coureurs de nuages [1]; et certainement aucune page plus belle n'a été inspirée par les émotions d'un voyage aérien. — Mais ils poussent un cri de joie : le vent, ils n'en peuvent plus douter, les porte vers le rivage. Ils manœuvrent habilement pour descendre avec rapidité; ils rasent l'eau, ils atteignent la plage; le ballon s'abat heureusement, et nos voyageurs mettent pied sur le solide

1. *Voyages aériens*. Voyages de M. G. Tissandier.

plancher des vaches après avoir parcouru quatre grandes lignes en zigzag, allées et retours, ou comme disent les marins, *tiré* quatre longues *bordées* en mer. — Il était temps!

Si nous connaissions parfaitement les grands courants de l'air, leurs directions changeantes, leurs vitesses, comme les marins connaissent les courants de l'Océan, les heures des marées, les aéronautes pourraient non-seulement éviter bien des dangers, mais encore, *dans certains cas*, profitant de ces courants divers, se laissant aller tantôt à l'un, tantôt à l'autre ils pourraient arriver ainsi, en ligne brisée et par bordées. presque juste au lieu qu'il leur aurait plu de choisir.

CHAPITRE V

DANS LES NUAGES

ASPECT ET COMPOSITION DES NUAGES

Par quelque belle après-midi d'été, avez-vous admiré de jolis nuages isolés, floconneux et brillants, courant l'un après l'autre, rapides, à travers le ciel bleu? Et si dans sa route l'un d'eux venait à passer sur le soleil, voilant un instant son éclat, par là même il vous donnait la mesure exacte de sa vitesse et de la vitesse du vent qui le poussait. Vous voyiez son ombre, nette comme l'ombre d'un arbre, courir sur les champs ou glisser sur la route; et vous vous disiez que vous auriez pu la suivre quelques instants à la course.

— Le ciel était pur au départ; un vent passant dans les hauteurs de l'air a amené d'abord quelques petits nuages isolés, messagers rapides, avant-garde de l'armée des gros nuages sans doute. Et en effet, voilà que de plus grands amas de vapeurs, plus lourds, plus nombreux aussi, s'avancent en bataille. Ils font au ciel comme de larges îles grisâtres ou blanches, entre lesquelles s'étend, — pour continuer la comparaison, — la grande mer aux flots bleus. Ils glissent; nous montons. Nous atteignons la couche d'air dont le mouvement les entraîne, et à partir de ce moment, — vous savez pourquoi, — ils nous paraissent être devenus tout à coup immobiles; nous voyageons avec eux, de conserve. Ils semblent grandir, s'abaisser sur nous. Illusion encore; c'est nous qui nous élevons vers eux. En

voilà un qui semble planer sur le ballon comme un grand oiseau de proie aux ailes étendues. Il semble fondre sur nous des hauteurs de l'espace; gris, terne, sinistre, il grandit, grandit à cacher tout le ciel. Tout à coup nous nous apercevons qu'une buée blanchâtre, légère, demi-transparente, flotte autour de la nacelle. Nous levons les yeux; les plages de ciel bleu entre les masses de vapeurs se voilent d'une teinte laiteuse. Et la terre? Sa couleur vert sombre pâlit aussi. Le paysage que nous apercevions là-dessous si vivement dessiné s'estompe, se brouille, peu à peu s'efface. La brume s'épaissit, nous enveloppe comme d'une gaze blanche... Nous voilà dans les nuages.

Les passagers de l'atmosphère ne sont pas, comme vous le savez, les premiers hommes qui se soient élevés jusque dans les nuages. Mille fois les voyageurs qui ont gravi les montagnes ont traversé leurs masses épaisses, ou même les ont dominées. C'est presque chaque jour que le hardi berger des Alpes, sur les hauts pâturages, se voit enveloppé dans le nuage qui d'en bas cache aux yeux les cimes; chaque jour il lui est donné de voir au-dessous de lui se dérouler comme les flots orageux d'une mer de vapeurs qui lui dérobe la vue de la vallée, tandis que le ciel bleu, calme, pur, s'étend, que le gai soleil rayonne sur sa tête. Mais l'aéronaute suspendu à son globe est mieux à l'aise encore pour voir et pour observer. Sans fatigue, sans effort, le voilà transporté jusqu'à des hauteurs énormes. Isolé au milieu de l'étendue, rien n'arrête son regard; point de rocher, point de pic, qui lui cache une partie de l'horizon; il est comme au centre d'un cercle immense. C'est pour lui que le spectacle va s'étaler dans toute sa beauté, vaste, varié, tantôt sombre, tantôt resplendissant. Et c'est lui aussi qui est le mieux placé pour observer ce qui se passe au milieu des nuages.

Mais que dis-je? vous aussi vous avez été « dans un nuage ». Un jour de novembre ou de décembre, — il faisait froid et gris, — vous marchiez enveloppé d'un épais brouillard. N'est-ce

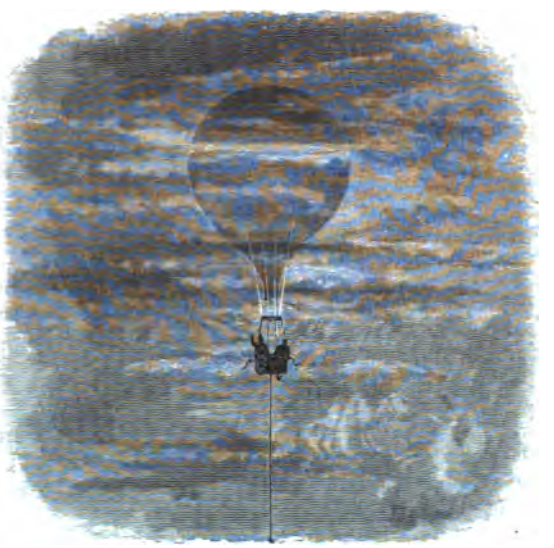
pas que vous vous amusiez de cet aspect inusité des choses, que vous aimiez à vous figurer qu'en effet le monde finissait à vingt pas de vous? Les objets les plus rapprochés vous paraissaient assez nettement visibles, comme à l'ordinaire; mais ceux qui étaient un peu plus éloignés déjà étaient voilés comme d'une fumée blanchâtre. Un peu plus loin encore, les arbres, les édifices, à peine dessinés dans leur contour, vous faisaient l'effet d'être tout plats, comme des silhouettes découpées dans du papier gris. Au delà, plus rien. Eh bien, vous étiez là plongé dans un nuage, tout aussi bien que nos aéronautes; car un brouillard, c'est un nuage abaissé au point de toucher terre; ou bien, si vous aimez mieux, un nuage n'est qu'un brouillard flottant à grande hauteur dans l'air. Et alors si vous avez fait quelque attention au phénomène, vous avez senti à votre visage, à vos mains, quelque chose, une buée froide ou de fines gouttelettes de pluie; vos cheveux étaient mouillés, vos vêtements couverts comme d'une légère rosée. Et c'est qu'un brouillard est en réalité comme une pluie excessivement fine : il est formé de gouttelettes, de globules liquides d'une petitesse excessive, et tellement légers qu'ils flottent dans l'air ou descendent avec une lenteur extrême; plus petits que les plus fines poussières[1]... — tenez, j'ai dit le mot : c'est de la poussière d'eau.

Tel est aussi le nuage où sont plongés nos aéronautes. Le mot de *vapeurs* n'est donc pas rigoureusement exact quand nous nous en servons en parlant des nuages; ou plutôt il faut l'entendre au passé, entendre que cette eau qui forme la buée *a été* à l'état de vapeur, et qu'elle s'est *condensée*, — comme bientôt nous l'expliquerons, à l'état de gouttelettes liquides. En vapeur, elle était absolument invisible, dissoute dans l'air; à l'état de gouttelettes, si fines qu'elles soient, la masse devient

1. La dimension des globules des brouillards et des nuages varie ordinairement entre 15 et 30 millièmes de millimètre de diamètre.

visible, elle trouble la transparence de l'air et voile les objets, absolument comme le ferait une véritable poussière.

Ciel et terre ont disparu; plus rien, que cette brume blanchâtre, molle, impénétrable, qui couvre tout et émousse les regards à quelques mètres à peine. On ne voit pas même les nuages... Car quand on est dans la masse même du nuage, on ne saisit plus sa forme, ses contours. Les aéronautes ne distin-

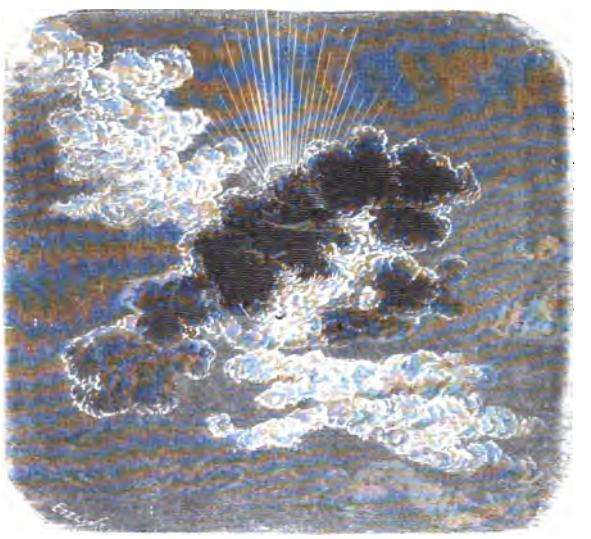


AU MILIEU DU NUAGE.

guent plus que leur nacelle avec ses cordages, et le gros corps du ballon, lui-même à demi fondu dans la brume. On n'a pas l'idée d'un pareil isolement. Au milieu d'un silence absolu, dans l'illusion d'une immobilité parfaite, il leur semble qu'en effet tout s'est évanoui, que le monde entier est anéanti, et qu'eux seuls vivants flottent comme dans un rêve.

L'aspect des nuages est très différent suivant le lieu d'où on les contemple. A nous, placés sur la terre, les nuages qui flottent au haut du ciel montrent leur face inférieure, c'est-à-dire celle

que n'éclaire pas le soleil. C'est pourquoi leur masse nous paraît le plus souvent grise et terne, tandis que les contours seuls sont blancs et lumineux. Quand, au lieu de s'enfoncer dans une épaisse couche de nuage, le ballon s'élève dans l'air pur entre des masses de nuées à peu près isolées, l'effet est tout autre : on n'a pas la vue bouchée alors! Les amas de vapeurs offrent des apparences qui varient non-seulement suivant leurs formes



LE SOLEIL DERRIERE UN NUAGE.

et leur *densité* (épaisseur) plus ou moins grande, mais aussi suivant la manière dont ils sont éclairés.

Si le soleil lance ses rayons à travers l'armée mouvante des gros nuages, le spectacle est magnifique. Du côté de l'astre, la masse des nuages paraît sombre, parfois très noire, parce qu'elle montre à l'observateur sa face non éclairée. Mais les contours des nuages, au contraire, qui reçoivent les rayons du soleil, sont inondés de clarté. Des traits de lumière éblouissante bordent, festonnent les contours de la nuée sombre. —

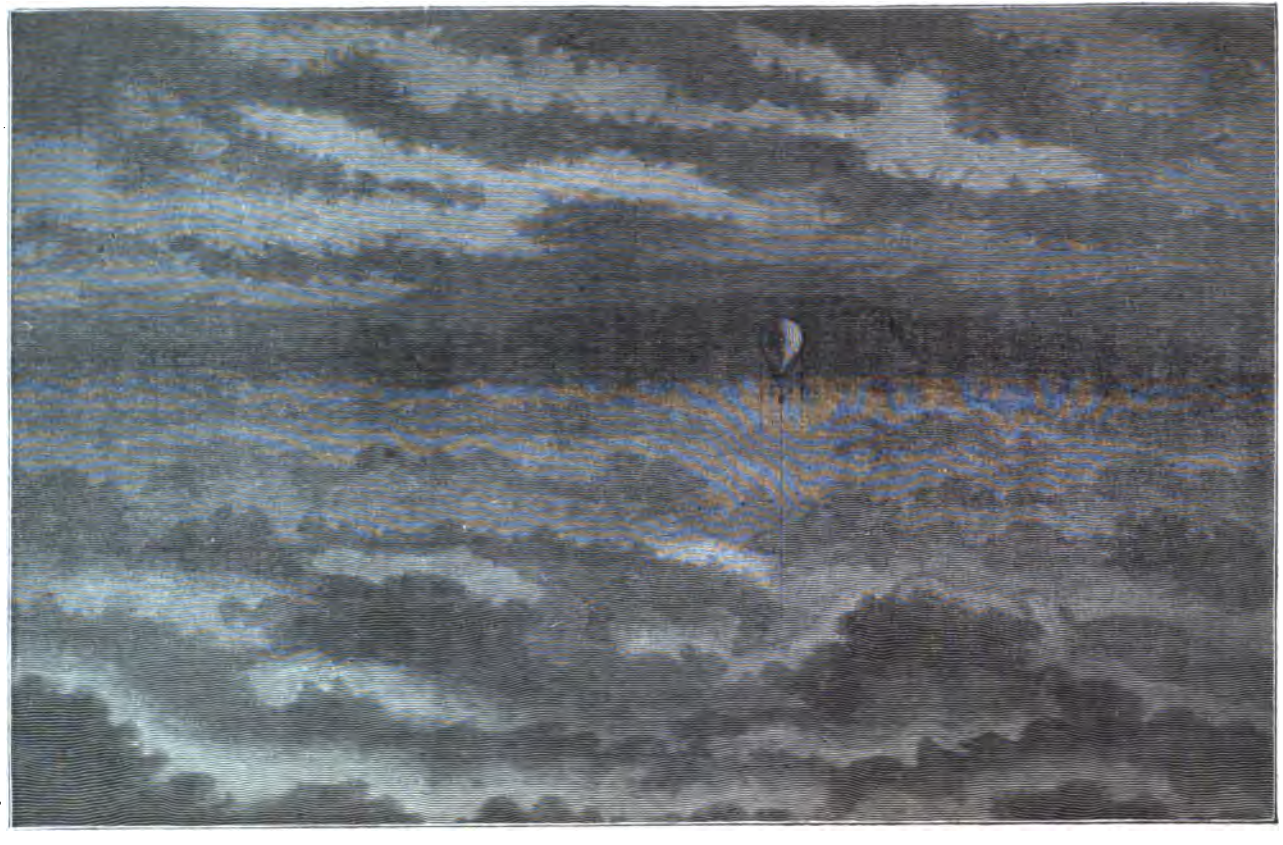
Ainsi, au coucher du soleil, nous voyons les grandes barres noires des nuages qui traversent le ciel à l'occident se border de franges de pourpre, ruisseler d'or et de feu ; mais, au milieu du jour, la lumière réfléchie par les bords des nuages paraît beaucoup plus vive et plus perçante encore, surtout absolument blanche : une neige rayonnante. — Du côté opposé au soleil, des masses de vapeurs absolument semblables présentent une apparence tout autre et plus uniformément blanchâtre, parce qu'elles sont vues par la face que l'astre éclaire en plein. — Parfois les aéronautes ont traversé des couches de légères et demi-transparentes vapeurs, à peine condensées en buées floconneuses ; et alors une illusion singulière se produisait : il leur semblait être au centre d'un vaste cercle de nuages qui les entourait, toujours à distance, tandis qu'ils se trouvaient dans un air assez clair. Au-dessus d'eux le ciel était d'un bleu pâle, sous leurs pieds le paysage se voyait assez nettement ; et tout autour, les nuages faisant le rond comme s'ils se fussent respectueusement rangés devant ces visiteurs pour leur laisser un libre passage. La raison de ce phénomène est facile à comprendre. Concevez cette couche peu épaisse de buée légère et le ballon plongé au milieu. Au-dessus et au-dessous, le regard perce facilement, parce qu'il n'a à traverser qu'une faible épaisseur de ces vapeurs demi-transparentes ; mais autour de lui, à la hauteur de l'œil, l'aéronaute voit cette couche par sa *tranche* pour ainsi dire, dans le sens où elle est largement étendue ; et alors, tout naturellement, ces vapeurs lui paraissent plus denses et plus opaques.

Un effet curieux à s'imaginer, n'est-ce pas, c'est l'aspect des nuages vus d'en haut quand le ballon a dépassé leur niveau. Sont-ce des nuages isolés ? Alors on les voit, en masses moutonneuses, s'étaler en apparence, se *projeter*, comme on dit, non plus sur le ciel bleu, mais en bas, sur la verdure de la terre. Et même, lorsqu'on les domine d'un peu haut, ils ont l'air d'être aplatis, et collés sur le sol. Sont-ils à peu près immobiles, ce

sont des îles blanches éparses; d'autres fois ils semblent courir, rasant le sol avec une rapidité extrême, formant de longues traînées, des processions de nuages. Plus nombreux et plus serrés, ils dérobent le paysage; et alors la terre ne se montre plus que par intervalles, à travers des trouées. Étrange perspective, n'est-ce pas, que des champs et des maisons vus par les déchirures des nuées! Et lorsque les épaisses vapeurs amassées forment une couche continue, ce grand voile gris uniforme qui cache pour les habitants de la terre le ciel bleu et le ballon, — alors, pour les passagers de la nacelle, c'est la terre, elle, qui a disparu.

Essayez d'imaginer ce point de vue merveilleux, féerique, quand, au-dessus d'une lourde couche de nuées, l'air est transparent et clair, le soleil radieux. Le ballon plane dans l'immensité bleue; sous la nacelle s'étendent les nuages, comme une mer orageuse. On croit voir s'enfler et rouler de grosses vagues écumantes, éblouissantes de clarté, de blancheur. Sous cet océan de vapeurs la terre est submergée. Le *paysage céleste* a des aspects divers et changeants. Tantôt cette nappe de vapeurs avec ses vagues semble parfaitement nivelée, jusqu'aux lointains de l'horizon; tantôt la surface du nuage est inégale et montueuse. Là se creusent des vallées plus sombres, ici s'élèvent des collines; ailleurs ce sont des montagnes énormes, aux sommets couverts de neiges étincelantes, qui semblent se dresser du fond de l'espace au-dessous de la nacelle. Ces masses qui surpassent les autres font derrière elles de grandes ombres. Parfois elles paraissent tellement denses qu'on les croirait solides; et il semble que si la nacelle s'y heurtait, elle s'y briserait comme un navire sur un écueil.

Mais il ne faudrait pas croire que ce merveilleux spectacle se présente toujours le même à tous les voyageurs aériens, et qu'il n'y ait jamais qu'une couche de nuages, au-dessus de laquelle on peut s'élever pour trouver aussitôt l'air pur et voir le ciel bleu. Très souvent il en est ainsi; mais d'autres fois



DANS LES NUAGES.

il y a, non pas une seule couche de nuages, mais deux ou trois couches superposées, séparées par des couches d'air plus transparentes; et alors, si on veut voir le soleil et nager dans le ciel bleu, il faut monter jusqu'au-dessus de la plus élevée. Souvent les couches de vapeurs sont d'une épaisseur extrême; d'autres fois les nuages, au lieu d'être étalés en *nappes* distinctes nettement superposées, sont mêlés, brouillés, confondus. Enfin, il est arrivé plus d'une fois par des temps très couverts que les aéronautes se sont élevés dans l'atmosphère jusqu'à des hauteurs de 5000 ou 6000 mètres, même davantage, sans avoir pu sortir de l'air nuageux, sans être parvenus à se dégager de cet immense entassement de vapeurs, sombre et triste, où ils restaient enfoncés et comme perdus pendant des heures, sans plus voir ni terre ni soleil.

Mais ce qui est plus ordinaire, c'est, après avoir traversé les couches inférieures des nuages et tandis que le ballon monte dans un air très pur, d'apercevoir à de très grandes hauteurs, à 6000 mètres ou 7000 mètres par exemple, et souvent bien plus haut encore, de ces petits nuages blancs, légers, excessivement déliés et comme filamenteux. Cette apparence toute différente de celle des nuages inférieurs nous fait pressentir déjà que leur constitution aussi doit être différente. C'est pourquoi les voyageurs aériens les regardent d'en bas avec un œil d'envie. Comme on voudrait bien les toucher du doigt, pour ainsi dire, s'y plonger! Comme on est tenté de s'élancer jusqu'à eux!

Ils ne sont pas toujours à des hauteurs inaccessibles. Avons-nous du gaz, du lest? Nous pouvons arriver là. Mais quoi? au moment d'atteindre ces nuages, ils semblent se fondre, s'évanouir presque, tant ils sont transparents et légers. En plein au milieu du nuage, nos aéronautes se voient entourés. comme d'une gaze légère, demi-transparente; au-dessus de leur tête, l'azur du ciel est seulement un peu blanchi et comme nacré. Dans cet air flottent, non pas comme au sein

des nuages que nous avons traversés tout à l'heure, de fins globules d'eau liquide, mais de minces aiguilles de glace transparentes, d'une délicatesse merveilleuse[1].

Comme le ballon s'élève, il n'y a qu'à étendre hors de la nacelle une feuille de papier pour les recueillir par milliers. « Nous en sommes tout couverts, » racontent deux savants voyageurs, Bixio et Barral, qui les premiers ont traversé un *nuage de glace* à 6000 mètres de hauteur ; « ils s'accumulent dans les plis de nos vêtements. » Pour les bien examiner, il faut les recevoir sur une étoffe noire. — Chose curieuse, n'est-ce pas ? Mais vous deviez bien vous y attendre. A cette hauteur, en effet, notre thermomètre marque un froid très vif, une température beaucoup plus basse que zéro. Comment l'eau, dans cet air glacial, pourrait-elle rester à l'état de petits globules *liquides ?* Il faut nécessairement qu'elle se congèle, qu'elle prenne la forme de glace. Ces aiguilles si déliées sont-elles clairsemées dans l'air? Elles troublent à peine sa transparence et forment des nuages excessivement ténus. Il peut même arriver qu'elles flottent dans l'atmosphère tellement espacées qu'elles soient absolument invisibles. L'air alors semble aussi diaphane que s'il n'y en avait pas : et cependant il y en a, car on en recueille au passage. Tout au contraire, si ces aiguilles de glace sont plus nombreuses et plus serrées, elles formeront, naturellement, des nuées plus épaisses, d'aspect floconneux.

EFFETS DE LUMIÈRE DANS LES NUAGES.

Qui dira les merveilleux effets de lumière quand les rayons du soleil se jouent à travers les nuages, se brisent et rejaillissent sur ces milliards de gouttelettes transparentes, ou sur ces aiguilles cristallines, semblables à des diamants taillés à facettes! Les mêmes phénomènes lumineux que nous pouvons observer

1. Les aiguilles de glace des nuages ont le plus souvent une longueur de 2 à 4 dixièmes de millimètre, et une épaisseur de 2 à 5 centièmes de millimètre.

d'en bas se montrent aussi dans les hautes régions, et plus admirables encore; et surtout il était curieux d'aller les examiner de près. Le plus beau de tous, le splendide arc-en-ciel a souvent été observé en ballon. De plus les observateurs de la terre ne peuvent jamais apercevoir qu'un demi-cercle tout au plus : la terre leur cache le reste; tandis qu'au-dessus des nuages les voyageurs aériens, en des circonstances favorables, peuvent voir le cercle tout entier. C'est magnifique! Repré-

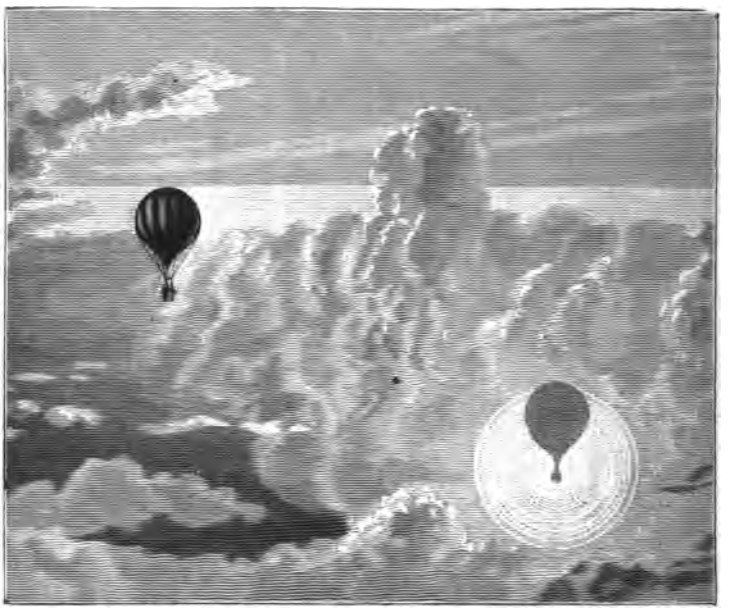
L'ARC-EN-CIEL OBSERVÉ EN BALLON.

sentez-vous sa grande courbe, si régulière et si pure, ornée de couleurs d'une vivacité extrême, complète, ou bien visible à moitié seulement et enfonçant ses deux pieds dans les vagues grises d'une mer de nuages, au-dessous de la nacelle. — Vous savez que l'arc-en-ciel est un effet de la lumière du soleil, dont les rayons se *réfractent*, c'est-à-dire se brisent dans les gouttes diaphanes d'un nuage déjà transformé en pluie, puis se *réfléchissent*, rejaillissent vers les yeux du spectateur. L'explication complète du phénomène, de la forme arrondie de l'arc, de ses nuances si riches et si doucement fondues nous entraînerait

trop loin de notre sujet. Du moins vous avez retenu les conditions de sa formation : il apparaît toujours *à l'opposé* du soleil. Il faut de plus pour le produire des gouttes de pluie déjà formées, non pas la fine poussière d'eau qui constitue les nuages ; il faut que le rayon du soleil frappe en plein sur ces gouttelettes : chacune alors brillera comme un diamant ; mieux encore, comme une perle de rosée sur l'herbe de la prairie, au lever du soleil. Et en effet, c'est le même phénomène. L'ensemble de ces gouttes rayonnantes dessine dans le nuage pluvieux la belle courbe, quelquefois complète, quelquefois brisée comme par fragments, quand la partie du ciel où elle devrait se continuer n'est pas semée de gouttes d'eau. Ce radieux phénomène est, comme vous le savez, le signe d'une averse qui va choir sur vous, ou bien peut-être un peu plus loin. La pâle clarté de la lune peut aussi, en frappant sur un *nimbus* qui se résout en pluie, donner naissance à un arc. Mais l'*arc-en-ciel lunaire*, naturellement, est beaucoup moins brillant, et ses couleurs sont ternes.

D'autres apparences encore se montrent au sein des nuages, produites par les rayons du soleil différemment reflétés. Ce sont, par exemple, des cercles de lueur blanche, ou colorés comme l'arc-en-ciel, mais de nuances plus pâles, entourant comme d'une auréole l'ombre de l'aérostat. — Car j'oubliais de vous dire qu'un des effets de lumière les plus curieux à observer en ballon, c'est l'ombre du ballon lui-même qui se projette tantôt sur le sol, tantôt sur les nuages. Souvent on la voit comme une petite tache noire, arrondie, qui glisse sur les champs et les prairies. Mais quand on est à grande hauteur, cette tache, rapetissée par la distance, est difficile à distinguer parmi les ombres des autres objets sur le sol ; on la reconnaît à son mouvement rapide. Quand c'est un nuage qui se trouve derrière le ballon, à l'opposé du soleil, c'est naturellement sur lui que se forme l'ombre ; et alors elle se dessine beaucoup plus grande en apparence, souvent très noire, très nettement déta-

chée sur le fond blanc du nuage éclairé en plein. On voit, découpés comme des *ombres chinoises*, le globe, la nacelle avec ses cordages, puis les aéronautes eux-mêmes, dont l'ombre reproduit le profil et les gestes... amusante comédie dont s'égaient nos voyageurs. C'est alors qu'en certains cas ils peuvent apercevoir ces cercles de lumière dont nous parlions, blancs ou

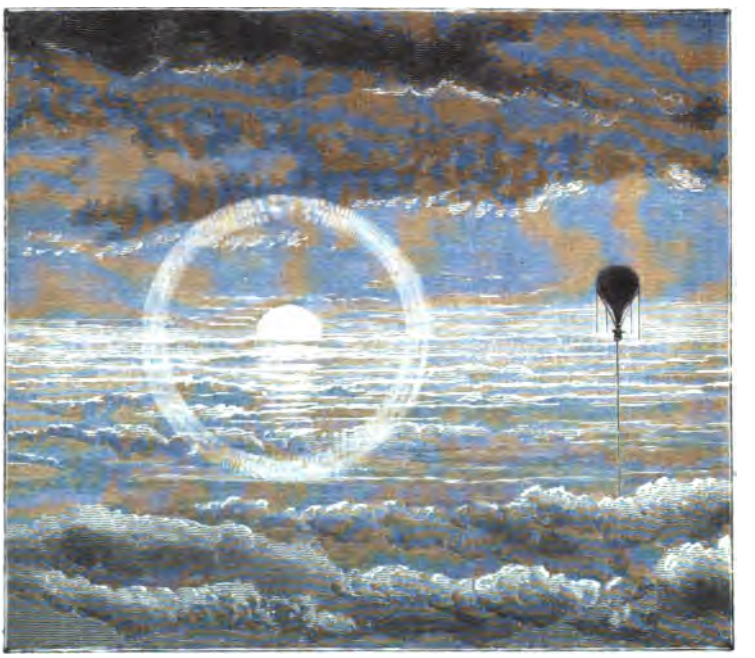


OMBRE PORTÉE DU BALLON SE DESSINANT SUR UN NUAGE ET ENTOURÉE D'UN ANTHÉLIE.

colorés de nuances pâles, qui couronnent leurs ombres comme d'une *gloire*. Ce phénomène porte le nom d'*anthélie*, c'est-à-dire *opposé au soleil*, mot exprimant la condition dans laquelle il se produit.

Mais d'autres fois au contraire, c'est du côté du soleil, autour de l'astre lui-même, qu'apparaît un beau cercle lumineux auquel on donne le nom de *halo*, qui signifie *couronne*. Pour produire le phénomène, il faut qu'il y ait entre l'observateur

et le soleil un de ces nuages légers et demi-transparents formés d'aiguilles de glace : c'est donc surtout au milieu des *cirrus* des hautes régions que nos navigateurs le verront apparaître. Les rayons du soleil traversent les fines aiguilles transparentes, taillées à facettes; ils s'y brisent comme dans un diamant qui scintille aux lumières, comme dans les gouttelettes d'eau où se forme



HALO OBSERVÉ EN BALLON.

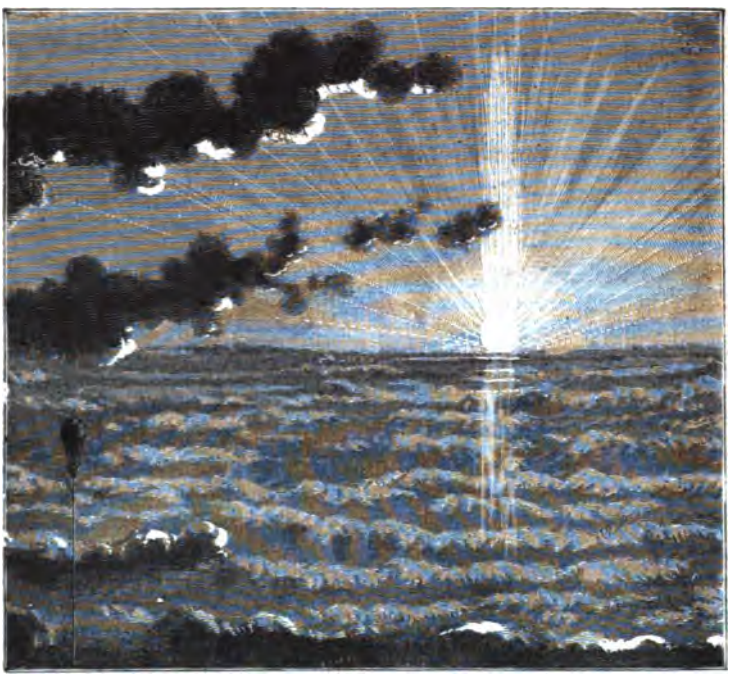
l'arc-en-ciel. Aussi la couronne du halo est-elle ornée de nuances semblables à celles de l'arc-en-ciel lui-même, mais plus pâles. Quelquefois, au lieu d'un seul cercle, il en apparaît plusieurs, qui s'enveloppent les uns les autres ou s'entre-croisent. En d'autres circonstances on voit briller, à quelque distance du soleil, tantôt à droite, tantôt à gauche, parfois au-dessus ou au-dessous, un ou même deux *faux soleils*... Ce sont des taches de

lumière, rondes ou ovales, parfois extrêmement brillantes, et qui rayonnent vivement comme l'astre lui-même; en sorte qu'on croirait voir « deux ou trois soleils dans les cieux ». Ces images resplendissantes portent le nom de *parhélies*, qui signifie *à côté du soleil*. D'autres fois c'est dans une couche de nuages, au-dessus ou au-dessous du soleil véritable, qu'apparaît la brillante image. C'est l'effet de la vive lumière du soleil

IMAGE BRILLANTE DU SOLEIL RÉFLÉCHIE DANS UN NUAGE.

qui se réfléchit sur les facettes des millions d'aiguilles de glace, à peu près comme sur autant de petits miroirs : et le phénomène, il n'est pas besoin de vous le dire, n'a rien de plus prodigieux que les deux soleils que vous apercevez quand l'astre se mire dans l'eau paisible d'un étang .... Les apparences produites par la lumière réfléchie sur ces aiguilles de glace dont souvent les hautes régions de l'atmosphère sont remplies, sont extrêmement variées, et splendides. Tantôt c'est une

grande raie verticale de lumière passant par le soleil, qui figure au milieu des nuées légères une *colonne* lumineuse. En d'autres circonstances, on aperçoit en outre une raie brillante horizontale croisant la première, en sorte que l'ensemble dessine une croix de lumière avec le soleil rayonnant au centre, parfois

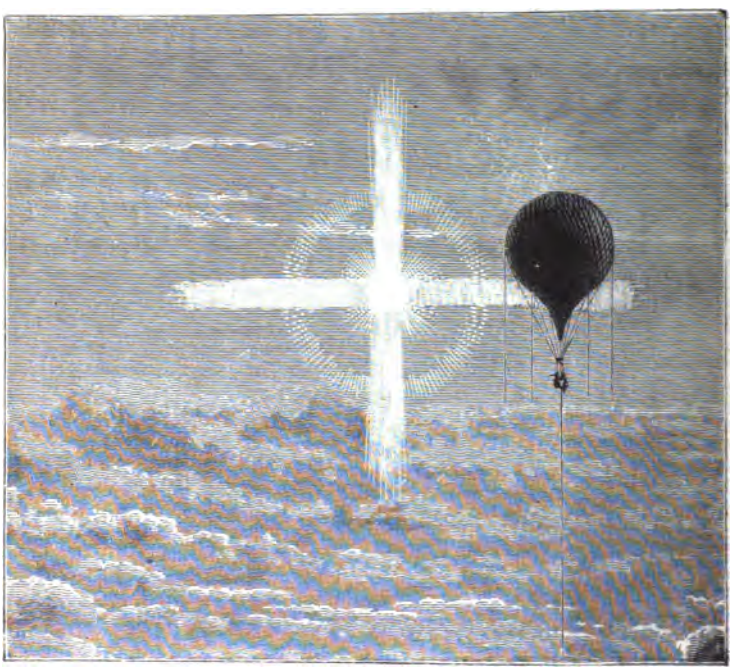


RAYONS DU SOLEIL RÉFLÉCHIS SUR LES AIGUILLES DE GLACE ET FIGURANT UNE COLONNE DE FEU.

de plus couronné d'un *halo*. De semblables apparences peuvent aussi se produire dans la nuit, autour de la lune : il y a des *halos lunaires*, des *colonnes* et des *croix lunaires;* il apparaît parfois de *fausses lunes* ou *parasélènes* (auprès de la lune) : seulement ces phénomènes sont beaucoup moins brillants que ceux auxquels donnent naissance les vifs rayons du soleil. Dans sa belle *expédition nocturne* de Paris en Allemagne,—toute une

nuit passée en ballon — l'astronome Flammarion observa avec admiration un magnifique *halo lunaire* orné de couleurs pâles.

Tous ces beaux effets de lumière que les aéronautes ont eu souvent occasion d'admirer au milieu des nuages où se forme la neige, on peut les apercevoir aussi, mais beaucoup plus rare-



RAYONS DU SOLEIL RÉFLÉCHIS DANS DES NUAGES DE GLACE, ET FORMANT L'APPARENCE D'UNE CROIX LUMINEUSE.

ment, et moins bien, de la terre. Or vous n'imaginez pas à combien de mythes absurdes et de légendes fabuleuses ont donné lieu, dans l'antiquité et au moyen âge, ces inoffensives clartés, que de frayeurs elles ont inspirées! Les hommes des temps anciens, vous le savez, ignorants et crédules, superstitieux à l'excès, voyaient partout des prodiges et des présages. Toute chose qui semblait inexplicable était alors tenue pour mystérieuse et sur-

HALO LUNAIRE OBSERVÉ EN BALLON.

naturelle. Surtout ce qui pouvait se montrer au ciel — ou dans les hautes régions de l'air, c'était pour eux la même chose, — était regardé comme un signe d'en haut, une annonce de ce qui devait arriver. Selon l'aspect du phénomène, selon les dispositions de leurs âmes, c'était une marque de la colère du ciel, ou bien, tout au contraire, de sa faveur. Rappelez-vous, par exemple, l'épouvante universelle lorsqu'il se montrait une comète! — « En ce temps-là, raconte naïvement tel vieil auteur du moyen âge, on vit dans le ciel des choses effrayantes : trois soleils brillèrent à la fois... trois soleils *qui se combattaient!* (entendez: qui lançaient l'un vers l'autre leurs rayons). C'était l'annonce de guerres horribles! » — Une autre fois toute une multitude en marche avait vu, au lever du soleil, une *colonne de feu* brillant dans les nuées devant eux, et qui semblait leur montrer leur chemin vers l'Orient. — « Miracle! ô miracle! Une croix lumineuse est apparue dans le ciel. — Voyez-vous cette croix rayonnante? Compagnons, c'est le signe de la victoire! » — Ils se précipitent, exaltés, sûrs du triomphe, d'un élan irrésistible; et en effet, ils remportent la victoire.

Aujourd'hui les phénomènes de la nature ne sont plus pour nous des prodiges; mais ce sont toujours des merveilles : — le sens même du mot a changé depuis l'antiquité. Nous ne les admirons pas moins: au contraire; mais nous n'en sommes plus effrayés. Et si par exemple une colonne de clarté ou une croix lumineuse apparaît dans les nuées, tout en contemplant le brillant météore et ravis de sa splendeur, nous nous disons tout tranquillement : « Effet de neige! »

FORMATION DES NUAGES

J'avais laissé il y a quelques jours un peu d'eau dans un vase largement ouvert. Je reviens ce matin, — il n'y en a plus. J'avais arrosé les fleurs de ma fenêtre, — et voilà que la terre à leur pied est desséchée et durcie. C'est que l'eau, librement

exposée à l'air, s'évapore, c'est-à-dire se transforme lentement en vapeur qui se mêle à l'air et que le vent disperse. Ainsi encore celle qui imbibe le linge étendu à sécher s'en va par évaporation, et d'autant plus vite que l'air est plus sec, plus chaud, et qu'il fait plus de vent. — De l'immensité des mers, des terres, des cultures, des prairies, des forêts, sans cesse s'élèvent des vapeurs. Combien de fois, à l'heure de midi, par une chaude journée d'été, me penchant sur les sillons, ai-je vu monter les vapeurs transparentes, presque indiscernables; l'air ondulait, et les objets vus au loin, mon regard rasant le sol, semblaient trembloter : c'est *Mérienne*[1] la fée, disent les paysans, qui danse sur les guérets. — Surtout aux environs de l'équateur, où les eaux sont fortement échauffées par le soleil ardent, l'océan est comme une immense chaudière, d'où l'évaporation active et rapide soulève à l'état de vapeur d'énormes masses d'eau qui se répandent dans l'atmosphère, et que les vents emportent au loin. Mais, quand elle est très froide, l'eau s'évapore aussi, quoique plus lentement; même la neige, même la glace *émettent* des vapeurs; en sorte qu'un bloc de glace qui ne dégèlerait pas finirait par disparaître complètement par simple évaporation.

Or la vapeur d'eau est invisible, comme l'air lui-même. Mêlée à l'air, *dissoute* dans l'air, elle a disparu pour nos yeux. L'air, autour de nous, contient toujours de la vapeur d'eau invisible; il en contient plus ou moins suivant les circonstances. Quand il en contient peu, en proportion de ce qu'il pourrait en contenir, nous disons que l'air est *sec;* s'il en contient une proportion plus grande, nous disons qu'il est *humide*. Enfin quand l'air est *chargé* de vapeur d'eau autant qu'il peut en tenir, les physiciens disent qu'il en est *saturé*. Mais la quantité d'eau que l'air peut ainsi contenir à l'état de vapeur dissoute, invisible, varie beaucoup selon la température. Plus il est

1. Contraction du mot *méridienne* (*meridies*, en latin, midi); c'est la personnification de la chaleur du milieu du jour dans les campagnes.

chaud, plus il peut en dissoudre. Ainsi, à la température de zéro, un mètre cube d'air peut contenir *au plus* environ 5gr 1/2 (5gr,66) d'eau en vapeur; à la température de 25 degrés, qui est une température d'été, il peut en contenir plus de quatre fois davantage (24gr,61). — Plus l'air est chaud, plus il nous paraît sec, d'ordinaire; et pourtant, justement, c'est alors qu'il renferme plus d'eau...

C'est vrai; mais ce n'est pas la quantité de vapeur d'eau qui fait l'air sec ou humide; c'est, disions-nous, le *rapport* de celle qu'il y a avec celle qu'il pourrait y avoir: la proportion. Supposez, par exemple, un mètre cube d'air à la température de zéro, et contenant 5 grammes d'eau à l'état de vapeur : nous disons qu'il est humide, parce qu'il contient presque autant de vapeur qu'il peut en contenir à cette température; il est presque *saturé*. Imaginez maintenant que cet air soit échauffé jusqu'à la température de 25 degrés ; sans avoir perdu un atome de la vapeur qu'il renfermait, il paraîtra et sera en effet très sec; c'est-à-dire qu'il sera très loin de contenir tout ce qu'il pourrait dissoudre d'eau. Avec une quantité double ou même triple, 10 grammes ou 15 grammes, il serait encore assez sec, assez éloigné de la *saturation*.

Or la connaissance de la quantité de vapeur d'eau que contient l'air suivant les saisons de l'année, les heures du jour, la direction des vents, à la surface du sol, mais bien plus encore dans les hauteurs de l'atmosphère, est une chose des plus importantes pour nous ; et vous le concevez sans peine, puisque c'est de cette vapeur que se forment là-haut les nuages. Et alors la pluie et la neige, la rosée, les orages, bien d'autres phénomènes encore sont les effets de l'humidité de l'air.

Aussi nos voyageurs aériens, comme tous les aéronautes soucieux de faire des observations utiles, ne manquent pas de mesurer et noter avec le plus grand soin le degré d'humidité de l'air aux différentes hauteurs. Ils ont pour cela de petits appareils qu'ils consultent à chaque instant, et qu'on nomme *hygro-*

mètres : en grec, *mesure-humidité*. Il en est de plusieurs sortes ; et je ne m'arrêterai pas à vous les décrire, parce que la structure de ces instruments et la façon de les mettre en expérience sont choses assez compliquées. Mais comme les promenades en ballon, — surtout à une grande hauteur, — ne se font pas tous les jours, nous n'en savons pas encore bien long, malheureusement, sur l'humidité de l'air. Tout ce que nous savons, c'est qu'à partir de la terre, par un temps ordinaire, l'humidité augmente à mesure qu'on s'élève, jusqu'à une certaine hauteur, qui est souvent d'un millier de mètres. Au-dessus de cette couche d'air la plus *aqueuse*, l'humidité va diminuant de plus en plus. A de grandes altitudes la sècheresse est souvent extrême. Parfois les aéronautes ont vu les feuilles de leur carnet devenir raides et crispées, tant elles étaient desséchées, comme une feuille de papier qui se racornit quand on la présente devant le feu. Mais il n'en est pas toujours de même. Ainsi, sur la terre même, vous savez que l'humidité varie beaucoup suivant la direction des vents ; il y a, comme on dit, des vents secs et des vents humides. Chose facile à comprendre : un vent, par exemple, qui a passé sur de vastes mers, nous arrive tout chargé de vapeur d'eau ; un vent qui a traversé de grandes étendues de continents desséchées par le soleil sera lui-même naturellement très sec. Or, comme à diverses hauteurs, nous l'avons observé, règnent souvent des vents différents, vous comprendrez qu'en s'élevant dans l'atmosphère on puisse traverser successivement des couches d'air plus sèches et plus humides. A de très grandes altitudes, 12 000 ou même 15 000 mètres, au-delà peut-être encore, là où le froid est extrême, il doit y avoir très peu de vapeur d'eau ; il y en a, pourtant, puisque des nuages se forment souvent dans ces régions perdues de l'air.

Or nous ne sommes pas montés si haut uniquement pour admirer les nuages. Nous voulions savoir comment ils se forment ; nous voulions surprendre la fabrication de la pluie, de la neige, de la grêle, dans leur atelier aérien. Observons

donc; et, avant toute chose, rappelons-nous une expérience mille fois faite. — Avez-vous regardé bouillir la marmite? Vous avez vu naître un nuage.

Mais tenez, faisons comme les chimistes; mettons notre eau bouillir dans un vase de verre de forme arrondie, afin de mieux voir ce qui se passe. L'eau bouillonne; la vapeur se forme en abondance. Toute la capacité du vase est transparente *et paraît vide.* La vapeur, la vraie vapeur, est invisible. Au-dessus du goulot seulement, dans l'air extérieur, naît et flotte comme une humide fumée. Je pose sur le goulot, une seconde seulement, un objet froid et poli, — une soucoupe de porcelaine, si vous voulez. Vous savez ce qui arrive : elle se couvre de fines gouttes d'eau. La vapeur qui touche l'objet froid se refroidit; elle ne peut plus rester à l'état de vapeur. Elle se *condense*, elle redevient liquide. Elle perle en gouttelettes *sur l'objet même :* c'est une *rosée.*

Or la vapeur abondante qui s'élève au-dessus du vase, se mêlant à l'air froid, se refroidit aussi, de la même façon; elle se condense de même, en gouttelettes liquides. Seulement ces gouttelettes se formant, non pas au contact d'un objet solide, mais *dans l'air*, y flottent comme une poussière, troublant sa transparence : — voilà le *nuage.*

Mais que dis-je? Vous-même vous êtes un créateur de nuages! Quand vous respirez, l'air chaud qui sort de votre poitrine est chargé d'humidité. En effet, si vous envoyez votre haleine contre la vitre froide, elle se ternit; vous voyez l'eau se condenser en rosée. Lorsque le temps est chaud, cette humidité de votre souffle, la vapeur qu'il contient, se dissout, se disperse invisible, dans l'air environnant. Mais l'hiver, lorsqu'il gèle, par exemple, l'air trop froid ne peut pas dissoudre la vapeur de notre haleine; saisie, elle se condense en globules, devient visible, — forme un véritable nuage enfin; — et c'est alors que tous les passants *fument*, dites-vous, comme autant de locomotives : ce qui vous amuse fort à observer.

Revenons encore à une de nos suppositions. Nous avions imaginé, il vous en souvient, un mètre cube d'air chaud, à la température de 25° par exemple, et contenant, si vous voulez, 20 grammes d'eau en vapeur : à la rigueur, il pourrait encore en contenir davantage (24 1/2). Supposons maintenant que cet air se refroidisse jusqu'à la température de 10 degrés : à cette température un mètre cube d'air ne peut dissoudre que 10gr1/2 de vapeur. Que va devenir le reste? Le reste, c'est-à-dire 9gr1/2 de vapeur, ne pouvant plus rester dissous, va se condenser en gouttelettes au sein de l'air, ce qui fera un brouillard extrêmement épais. Que cet air soit réchauffé maintenant jusque vers 25 degrés : il devient capable de redissoudre cette vapeur qui s'était condensée ; les gouttelettes liquides s'évaporent rapidement, l'air se refait transparent : le brouillard a disparu.

Ainsi se forment, ainsi se fondent, dans les airs, les nuages. Les vapeurs qui s'élèvent de la terre se dissolvent dans l'air ; l'air devient plus ou moins humide. Il est chargé de vapeur, mais non pas complètement *saturé*, ce qui fait que cette vapeur reste invisible. Or l'air humide est un peu plus léger que l'air sec ; il monte donc, il s'élève dans l'atmosphère. En s'élevant, il atteint des hauteurs où la température est plus basse ; ou bien encore, c'est un vent chaud qui arrive chargé de vapeurs dans un lieu plus froid, et s'y refroidit lui-même. Alors il ne peut plus garder toute cette vapeur qu'il contenait ; il n'en peut plus tenir dissous, par exemple, que les deux tiers. L'excédent se condense en globules : — voilà un nuage d'eau. Le refroidissement est-il plus grand, la température s'est-elle abaissée au-dessous de zéro, la vapeur qui se condensera ne pourrait demeurer liquide [1]. Elle gèle nécessairement, elle est forcée de passer à l'état de glace : voilà un nuage de petits glaçons.

1. Dans certaines conditions les globules d'eau des nuages et des brouillards peuvent encore demeurer liquides dans un air plus froid que zéro ; mais si la température baisse de plus en plus, il arrive nécessairement un moment où les gouttelettes passent à l'état de glace.

Encore un souvenir. Vous avez curieusement admiré les charmantes broderies, les merveilleux feuillages que la gelée dessine, l'hiver, sur nos vitres. — Au dehors, il glace dur ; et les vitres elles-mêmes sont très froides. L'air de l'appartement, au contraire, est plus chaud ; et en même temps il est humide. Cet air, lorsqu'il touche la vitre, se refroidit ; la vapeur qu'il contient se condense sur le verre, absolument comme celle de votre haleine se condense sur le miroir ; seulement, comme la vitre est à une température glaciale, l'eau, au lieu de s'y fixer en gouttelettes, s'y gèle, s'y attache à l'état de petits glaçons. Or quand la glace se forme lentement et librement, elle prend naturellement la forme d'aiguilles minces, allongées, transparentes, semblables à de petites baguettes de *cristal*. On dit alors qu'elle *cristallise*. Ces aiguilles formées sur la vitre, tantôt couchées les unes près des autres, tantôt enchevêtrées d'une façon capricieuse, forment des figures demi-régulières : des étoiles, des fleurettes, des feuillages. Imaginez qu'au lieu de se coller sur la vitre elles se forment, ces aiguilles, au milieu de l'air même : vous avez le *nuage de glace* que nos aéronautes ont traversé.

Non pas une fois, mais cent fois, les voyageurs de l'air ont vu autour d'eux se former des nuages. Dans l'air pur, une légère buée apparaissait d'abord, puis graduellement s'épaississait, à mesure que la vapeur invisible se condensait en globules. D'autres fois, tout au contraire, ils voyaient de lourdes nuées se dissiper peu à peu, et enfin s'évanouir sans laisser de traces. Imaginez par exemple que la couche d'air semée de gouttelettes d'eau s'échauffe aux rayons d'un soleil ardent : les globules vont s'évaporer et disparaître. Ainsi on voit très souvent, au matin des beaux jours d'été, des nuages qui s'étaient formés par le refroidissement de la nuit fondre à vue d'œil quand le soleil monte sur l'horizon. Combien de fois j'ai suivi des yeux quelqu'un de ces jolis flocons blancs courant par le ciel, et qui, à mesure qu'il avançait, s'amincissait et finissait par s'é-

vanouir! Tantôt c'est un vent chaud et sec, qui tombe sur un amas de grosses nuées, les déchire, les disperse, puis les dissout; tantôt, tout au contraire, c'est un doux souffle, tiède et lent, qui peu à peu les fond et les dissipe. « Le vent *mange* les nuages, » disent les paysans : il serait plus exact de dire qu'il les boit!

Maintenant que nous avons vu de près la formation des nuages, nous pouvons apprendre à les classer non plus seulement selon leur aspect, mais selon leur nature. Nous faisons d'abord deux grandes classes: les *nuages de pluie*, formés de globules liquides, et les *nuages de neige*, formés d'aiguilles de glace. Le nuage de pluie offre-t-il la forme montueuse que nous avons tant de fois remarquée, il mérite de conserver son nom de *cumulus*, qui exprime cet entassement irrégulier. L'amas de vapeurs condensées est-il au contraire étalé sous forme de couche, de *nappe* plus ou moins épaisse, couvrant parfois tout le ciel, c'est le *manteau*, en latin *pallium:* manteau parfois troué, ou déchiré en lambeaux, souvent rapiécé de morceaux plus clairs ou plus sombres. Mais très souvent un nuage offre une apparence intermédiaire entre ces deux formes opposées; pour exprimer qu'il tient à la fois de l'une et de l'autre, nous réunirons les deux mots, en disant que c'est un *pallio-cumulus*. Un lambeau de *pallium* ou de *pallio-cumulus*, vu par sa tranche, près de l'horizon, prend cet aspect de barre, de raie de nuages que nous désignons par le mot de *stratus:* le même, vu par-dessous, directement au-dessus de notre tête, nous apparaîtrait avec sa vraie forme de couche plus ou moins étendue. Ce que nous avons appelé le *nimbus*, c'est le nuage aqueux, quelle que soit son espèce (pallium, ou cumulus, ou pallio-cumulus), épais et sombre, au moment où il est prêt à s'écrouler en averse. On peut encore distinguer de nombreuses variétés. C'est le *nuage de giboulée*, sorte de cumulus isolé, qui fond en pluie et fait une traînée d'arrosement sur son passage, tandis qu'autour de lui l'air est pur. C'est le *nuage orageux*, un cumulus encore, mais plus dense, plus épais que les autres, qui devient parfois presque noir, avec

ses contours montueux : souvent sa *base* paraît s'allonger comme la traînée d'un stratus. Il court par le ciel, sombre, menaçant, portant dans ses flancs la foudre... Lorsqu'il contient de la grêle, il est plus pesant et d'un aspect plus effrayant encore.

Maintemant passons aux nuages de neige. Les plus légers, les

NUAGE ORAGEUX.

plus élevés, filamenteux, plumeux, comme bouclés, sont les véritables *cirrus*. Supposez maintenant des *nuelles* offrant un aspect très léger encore, mais se rapprochant un peu de celui du *cumulus* ou du *pallium;* nous formerons pour les nommer les mots composés de *cirro-cumulus*, et de *pallio-cirrus*. Le *cirro-cumulus* est le nuage *pommelé*, cotonneux, blanc, dont le ciel est parfois tout tacheté, et qui lui donne l'aspect *moutonné;*

le pallio-cirrus, est, comme son nom vous le dit, une *nappe* de nuages neigeux, pâle et vaguement terminée. La même nappe vue par la tranche nous paraîtra sous la forme d'une raie, et nous pourrons la désigner par le mot de *cirro-stratus*, ou nuage *filé*. Les expressions pittoresques de nuages *treillagés*, *panachés*, *striés*, *aranéens* (en toiles d'araignée), expriment encore les apparences variées des trois formes principales du nuage de neige.

CLASSIFICATION DES NUAGES

Nuages de neige	CIRRUS	Nuages bouclés, striés, aranéens, plumeux, queues de chat.
	Cirro-cumulus	Nuages pommelés, moutonnés, panachés, treillagés, etc.
	Pallio-cirrus	Nuages nappés, nuages filés.
	Cirro-stratus	
Nuages de pluie	CUMULUS	Nuages montagneux, balles de coton.
	Pallio-cumulus	Nimbus. Nuages à averses, nuages à giboulées. Nuages orageux. Nuages à grêle.
	PALLIUM et *Stratus*	Nuages stratifiés. Manteau de nuées. Nimbus en couche. Nuages rayés.

Quant à la hauteur des nuages, elle est des plus diverses. Nous en avons vu raser le sol même. Le plus souvent les grandes couches de nuages sont vers la hauteur de 1000 à 2000 mètres ; des aéronautes les ont vus parfois s'élever jusqu'à 5000 ou 7000 mètres. Mais les légers nuages de glace atteignent des hauteurs bien plus grandes encore, et les voyageurs qui ont monté le plus haut dans l'atmosphère en ont souvent vu flotter bien au-dessus de leur tête, vers 12 000 ou 15 000 mètres, peut-être au-delà.

LA PLUIE, LA NEIGE, LA GRÊLE

Assistons maintenant à la naissance de la *pluie;* allons visiter l'usine de Jupiter[1]. Bien des fois les voyageurs ont tra-

1. Dieu de l'air, *assembleur* des nuages et *lanceur* de la foudre dans l'ancienne mythologie.

versé des nuages au moment même où ils se résolvaient en pluie : ils l'ont pu voir de près se former, et la recevoir toute fraîche sortant de la fabrique... Dirigez votre haleine sur un miroir ou une vitre : il s'y dépose d'abord des gouttelettes très fines ; mais si vous continuez d'envoyer le souffle humide, elles grossissent. Bientôt plusieurs gouttelettes qui se touchent se fondent en une seule, et le verre est couvert de larges gouttes. Une chose toute semblable se passe dans un nuage qui se fond en pluie. Des globules liquides excessivement fins flottent dans l'air ; si de nouvelles vapeurs se condensent, ils vont grossir. Puis, quand le nuage est très épais, c'est-à-dire quand les globules sont très nombreux et très rapprochés les uns des autres, dans leurs mouvements ils se touchent ; plusieurs se réunissent et forment un globule plus gros et plus lourd. Ce globule plus lourd descend alors, traversant parmi les autres ; et tous ceux qu'il rencontre sur son chemin, il les saisit au passage et les absorbe, de plus en plus grossissant, et tombant de plus en plus vite. Traversant ainsi des centaines ou des milliers de mètres, recueillant les globules qu'il rencontre, condensant les vapeurs autour de lui, il finit par devenir une goutte plus ou moins volumineuse, et à peu près sphérique. Voilà la naissance d'une goutte de pluie ; des millions, des milliards se forment de même, et c'est une averse. Vous savez que la grosseur des gouttes de pluie est variable suivant les circonstances. La rapidité de chute aussi est variable ; ainsi les plus grosses et les plus lourdes trouvant, à proportion de leur poids, moins de difficulté à fendre l'air, tombent plus vite. On a pu mesurer la vitesse des gouttes de pluie qui tombent : elle est, en moyenne, de 10 ou 12 mètres par seconde. — Quand on voit de loin un gros nimbus verser sa pluie, l'averse forme comme de fines lignes grises, sombres, rayant l'air, du nuage à la terre. Si l'air est calme, les rayures sont verticales ; elles sont plus ou moins obliques, si la pluie est chassée par le vent. Parfois, chose curieuse, il arrive que la pluie

tombée d'un nuage n'arrive pas jusqu'à terre. Les gouttes, en descendant, traversent une couche d'air plus chaud qui les évapore et les dissout; en tombant elles diminuent, s'amincissent, et avant de toucher le sol elles sont évanouies. On peut voir alors les rayures qui descendent du nuage se fondre, s'effacer à quelque distance du sol.

L'indispensable et bienfaisante pluie, nourricière des plantes,

LA PLUIE.

des animaux et des hommes, la précieuse, la féconde pluie ne trouve pas parmi nous, d'ordinaire, autant de bénédictions que dans les brûlantes contrées de l'Inde. C'est qu'elle n'est pas rare chez nous. — Voyez les ingrats que nous sommes : parce qu'elle nous traite en favoris, parce qu'elle nous verse abondamment, libéralement ses trésors, au lieu de la remercier, nous l'injurions, en l'appelant *le mauvais temps!* — Outre les désastres qu'elle peut produire quand elle tombe en excès, la pluie, il faut l'avouer, a bien ses désagréments... au mo-

ment où elle tombe. Elle en réserve de cruels aux malheureux aéronautes qui reçoivent en plein ses ondées.

Tout d'abord elle mouille le ballon lui-même, elle imbibe son filet, elle l'alourdit, le charge considérablement. Elle le force à descendre; ou bien, pour compenser cette surcharge malencontreuse, il va falloir que les aéronautes jettent du lest, beaucoup de lest, de leur précieux lest! Puis eux-mêmes sont fâcheusement trempés, trempés jusqu'aux os. « Eh quoi! direz-vous, est-ce que le ballon ne forme pas comme un gigantesque parapluie ouvert sur leur tête? » — Pas du tout. Le vaste dôme recueille, en effet, une énorme quantité de pluie; toute cette eau ruisselle sur le globe, puis se met à suivre les cordelettes du filet, les cordes de suspension du cercle... autant de gouttières! Et ces gouttières, comme vous le savez, aboutissent à la nacelle... Une autre partie coule le long de l'étoffe, arrive au bec d'entonnoir que forme l'appendice : autre gargouille, qui verse ses eaux droit au milieu du panier, à torrents. On se garantit comme on peut. — Que voulez-vous, il faut bien payer le plaisir de voir naître la pluie! Et d'ailleurs, si nous nous élevons au-dessus de la couche pluvieuse, le bon soleil de là-haut aura bientôt fait de nous sécher.

Mais la merveille des merveilles de l'atmosphère, c'est la neige.

> « Le ciel est tout gris, les champs sont tout blancs; les arbres sans feuilles ont leurs rameaux grêles tout ouatés de blanc.
>
> » Où sont les sentiers? Où sont les sillons? Les chemins, les guérets sont cachés sous la neige. Il semble que l'on marche sur un tapis moelleux qui assourdit les pas.
>
> » Comme tout est changé! — Pas un bruit, pas un souffle. Les légers flocons descendent en voltigeant, froids duvets qui tombent des nuages, blanches fleurettes de l'hiver qu'un rayon de soleil fait évanouir. »

Oh! oui, vous avez contemplé avec une joyeuse curiosité le spectacle, toujours nouveau chaque hiver, du blanc manteau de

FORMES DES ÉTOILES DE LA NEIGE.

neige étendu sur les champs. Mais vous n'avez pas admiré comme il le mérite le flocon de neige.

Le flocon de neige! Une fleurette magique, un bijou ravissant, — ou plutôt tout un bouquet de fleurettes, tout un écrin de bijoux! — Quand la neige tombera doucement, fine et rare, par un air calme, étendez un drap noir, froid lui-même déjà, pour recevoir les flocons, et voici ce que vous verrez : — De petites étoiles ou fleurettes, d'une légèreté merveilleuse, d'une délicatesse inouïe, blanches, transparentes comme le cristal, se posent sur le drap noir. Chacune d'elles est formée d'un grand nombre de fines et minces aiguilles de glace régulièrement groupées et soudées entre elles, disposées en trois ou six rayons : toujours trois ou six, jamais d'autres nombres. Ces fleurettes sont de formes extrêmement variées ; les savants en ont dessiné plus de cent, dont vous voyez ici les principales. Dites s'il y a rien de plus joli ? Et les plus élégantes, les plus compliquées sont encore les plus communes. Un flocon de neige un peu gros contient parfois dix, vingt, cinquante fleurettes semblables enchevêtrées, qui se sont accrochées en tombant. Avec un peu de soin, à l'aide d'une fine aiguille, on peut les démêler sur le drap noir. Mais prenez garde de diriger sur elles votre haleine ; autrement elles s'évanouiraient en un clin d'œil, laissant seulement à leur place quelques gouttelettes de rosée...

Or je dois vous dire que la neige des hautes régions de l'air, celle, par exemple, qui tombe sur le sommet des montagnes, n'a pas ordinairement cette forme de fleurettes et de flocons voltigeants. Elle est plus fine, parfois comme grenue, telle qu'un sable, une poussière; d'autres fois elle est en aiguilles séparées, non pas groupées en étoiles. C'est aussi la forme que les aéronautes ont observée, vous le savez, au sein des nuages où elle prend naissance. Plus près de terre, ils ont au contraire souvent traversé des neiges tombant, voltigeant en flocons.

Mais comment, alors, ces petites aiguilles si fines, au lieu de s'agglomérer au hasard, viennent-elles se souder ensemble

si régulièrement pour former ces groupes étoilés? La science l'explique jusqu'à un certain point, par la forme même de ces petites aiguilles, taillées à facettes comme des cristaux ciselés, et qui s'accolent par leurs facettes rapprochées. Mais ce qui était curieux, c'était de voir le travail se faire, les aiguilles, les paillettes venir se grouper en étoiles simples d'abord, puis de plus en plus fleuries. Or c'est bien difficile de

AU MILIEU DE LA NEIGE.

voir tout cela en passant... Aussi les aéronautes n'ont-ils jusqu'ici pu observer la formation des étoiles de neige aussi à loisir qu'ils l'eussent bien voulu. — Pourtant un jour, un froid et sombre jour de novembre, le savant aéronaute que je vous ai déjà cité, G. Tissandier, s'éleva au beau milieu de la neige qui tombait à gros flocons. D'abord il distinguait encore la terre à travers les petites taches blanchâtres qui tourbillonnaient; mais bientôt elle disparaît. Il s'élève d'un bond jusqu'à 1800 mètres de hauteur. « Tout à l'heure, raconte-t-il, de gros flocons

voltigeaient autour de la nacelle, et formaient mille tourbillons sous le souffle de l'air; maintenant ce sont des paillettes brillantes, presque irisées[1], qui s'attirent, s'agglomèrent et se groupent, formant des flocons qui grossissent à vue d'œil à quelques centaines de mètres sous la nacelle. » Il monte encore un peu; et là il se trouve dans un nuage demi-transparent, au milieu des parcelles de glace qui prennent naissance sous forme de fines aiguilles isolées, clairsemées, qui tombent et vont se réunir là-dessous en étoiles, en flocons.

Mais ce charmant et rare spectacle se paie... Plus encore que la pluie, la neige charge le ballon; elle s'accumule sur le dôme, pèse d'un poids énorme, et force l'aérostat à redescendre. Pour monter à peine de deux ou trois cents mètres, ou seulement pour se soutenir quelque temps à même hauteur, il faut jeter le lest par sacs. On ne va pas loin de cette façon-là; et voilà nos coureurs de nuages obligés de revenir à terre. « Qu'importe? s'écrient-ils, nous avons surpris le secret de la formation de la neige. »

Il était d'autant plus curieux d'aller observer ces phénomènes au milieu des airs que les produits de la fabrique de là-haut ne nous arrivent pas toujours ici-bas tels qu'ils sont partis; souvent ils sont tout à fait défigurés, transformés en route. — Voilà qu'un nuage élevé, dans un air très froid, nous a façonné de gros flocons neigeux. En tombant, ces flocons arrivent dans des couches d'air inférieures plus tièdes : ils se fondent en grosses gouttes clairsemées. C'était une neige légère que le nuage versait; et c'est une grosse pluie qui nous tombe sur la tête! De petites aiguilles de glace, fondues en tombant, formeront une pluie fine et froide. Cela arrive à chaque instant. Mais le contraire peut bien arriver aussi. Quand des gouttelettes de pluie sont en train de se former dans un nuage, parfois vient un vent très froid qui les saisit, les congèle subitement : il

1. A reflets nacrés.

nous tombe alors une sorte de neige plus fine, mais plus lourde, comme grenue, que nous appelons le *grésil*, et qui fait un petit crépitement léger en venant frapper nos vitres. Quelque chose de semblable se passe aussi au sein des gros nuages lourds et orageux d'où s'écroule la *grêle*.

NUAGE A GRÊLE.

Mais la grêle est un phénomène tout particulier, qui tient aux causes des orages, et qui apparaît avec la foudre et les éclairs, les coups de vent et les tourbillons de l'air. — C'est par quelque chaude journée d'été ou d'automne; l'air est étouffant, et l'on respire à peine : on dit que le temps est à l'orage. De gros nuages épais et sombres passent au ciel, accourant avec vitesse, souvent des points opposés de l'horizon;

ils se croisent, ils semblent se heurter et se combattre. Le ciel en est bientôt tout entier envahi; le jour est devenu extraordinairement sombre. On sent que quelque chose de formidable se prépare... Puis le tonnerre commence à gronder sourdement dans le lointain. Il approche; il éclate coup sur coup avec d'horribles craquements, et se prolonge en roulements sinistres. Les éclairs déchirent la nuée, et semblent mettre en feu tout le ciel. — Un vent plus frais tombe d'en haut, fait frissonner les arbres, et soulève en petits tourbillons les feuilles tombées et la poussière. Le nuage va crever... Sera-ce une simple ondée, une de ces averses qui rafraîchissent l'air et le purifient, abreuvent et raniment les plantes; sera-ce une grêle dévastatrice? Les orages de grêle sont plus soudains et plus violents que les autres; les nuages qui les portent sont plus sombres, ils ont un aspect effrayant, massif et comme déchiré sur les bords. Pour que la grêle puisse se former, il faut tout d'abord qu'un froid extrêmement âpre règne dans les régions de l'air où se condensent les nuages, tandis que sur la terre la chaleur peut se faire sentir accablante. Il faut de grands troubles de l'air; des vents froids et violents qui se combattent, des tourbillons rapides qui prennent naissance dans les hauteurs de l'atmosphère. Alors les gouttes d'eau qui allaient tomber en pluie, saisies par un courant glacial, se gèlent subitement. Les tourbillons, les rafales les enlèvent, les roulent, les vannent, pour ainsi dire, comme le blé sur le van. Souvent on entend d'en bas une sorte de roulement produit par les craquements des millions de grêlons qui s'entrechoquent: présage sinistre! Ces grêlons ainsi entraînés par les tourbillons au sein même des couches nuageuses, grossissent en condensant sur eux les vapeurs; ils semblent ramasser en tournoyant les aiguilles de glace, les flocons de neige, les gouttelettes de pluie, — comme la boule de neige qu'on roule et qui va grossissant. Enfin, devenus trop lourds pour que le vent puisse les soutenir, ils tombent, ils se précipitent en avalanche sur la terre, tantôt

seuls, tantôt mêlés aux grosses gouttes de l'averse. Sont-ils petits et légers, clairsemés parmi la pluie, ils font peu de dommage; mais parfois ils sont de grosseur énorme, et croulent comme une cataracte sur les champs, sur les jardins. Les blés sont versés, les arbres criblés, toutes les récoltes hachées; le dégât est immense, irréparable.

« O *jardins*, ô moissons ! tout périt sans retour,
L'ouvrage d'une année est détruit en un jour [1]. »

Heureusement les nuages de grêle n'ont jamais une très vaste étendue, en sorte que le désastre n'atteint qu'une petite bande du territoire, celle qui se trouve juste sous le passage du nuage quand il crève.

Les grêlons se forment souvent à une grande hauteur dans l'atmosphère; leur grosseur et leur poids varient beaucoup. Il en est qui ont à peine la dimension d'un petit pois, ou même moins encore; ceux-là ne peuvent faire grand mal. Mais très souvent ils atteignent la grosseur d'une noisette, parfois même celle d'un œuf; et alors ce sont de véritables projectiles dont le ciel mitraille la terre ! On a vu non-seulement les plantes, mais les bestiaux et les hommes eux-mêmes atteints; on a vu des troupeaux entiers écrasés par la grêle. Enfin, en certains orages exceptionnels il est tombé des grêlons d'une grosseur énorme et d'un poids effrayant, presque des blocs, qui demeuraient plusieurs jours sur la terre avant de fondre. Quelles tempêtes, quelles rafales effrayantes il avait fallu pour les soutenir et les faire tourbillonner par les airs, avant de les précipiter sur la terre ! — Que je plaindrais l'aéronaute qui se trouverait emporté dans une pareille bourrasque ! Celui-là, bien sûr, ne reviendrait jamais nous dire comment se fabrique la grêle !

Les petits et les moyens grêlons sont de forme arrondie;

1. Saint-Lambert, *Les Saisons*.

les gros sont souvent de forme irrégulière, comme s'ils avaient été brisés. Quand on vient à trancher par le milieu des grêlons recueillis, on trouve au centre un petit noyau, excessivement dur parfois; autour, des couches superposées de glace moins compacte; enfin tout l'aspect d'une boule de neige roulée et durcie. Et cette structure s'accorde avec ce que nous avons dit de leur formation et de leur accroissement.

Pour en finir avec les formes diverses que prennent en se condensant les vapeurs de l'air, disons un mot des phénomènes plus gracieux de la rosée et de la gelée blanche. Pour voir prendre naissance à l'une ou à l'autre, pas n'est besoin de s'élever dans les nuages ; car les perles de la rosée, les dentelles blanches du givre se forment sur la terre même, sous nos yeux, à nos pieds; il vous suffira de vous lever matin. La rosée ne *tombe* pas de l'air; elle *naît* sur les objets eux-mêmes, sur les feuilles des arbres et des herbes, exactement comme la buée qui ternit la vitre sur laquelle vous envoyez votre haleine: nous l'avons déjà dit. Par une claire nuit, par un ciel serein et un temps calme, le sol, les objets se refroidissent souvent assez pour que la vapeur contenue dans l'air se condense à leur surface en gouttelettes diaphanes, qui vont scintiller comme des diamants aux rayons du soleil levant, avant de s'évanouir, de s'en retourner en vapeur. Parfois non seulement les objets et le sol lui-même, mais aussi une mince couche d'air à la surface du sol se refroidit assez pour condenser les vapeurs. Et c'est alors qu'aux heures fraîches du matin on voit étalée sur les prairies, comme un voile demi-transparent sur les herbes, une mince nappe de brouillard, unie comme un lac, d'où semblent sortir, çà et là, les arbres, les buissons, les barrières. Aux rayons du soleil, elle s'évanouit comme un rêve; elle persiste un peu plus longtemps sur les endroits très humides, sur l'étang, sur la rivière, avant de se fondre dans l'air calme et pur.

Imaginez maintenant que par une fraîche nuitée d'avril le

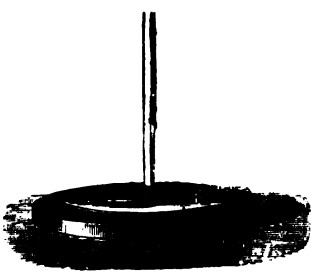
refroidissement des objets et du sol soit tel, qu'au lieu de se condenser en gouttes liquides, les vapeurs de l'air se congèlent en fines aiguilles de glace, attachées aux brins d'herbe, festonnant le bord des feuilles; vous avez la *gelée blanche*. Mais cette délicate broderie fondra aux premiers souffles tièdes du matin. Le *givre* est le même phénomène se produisant en hiver, par un froid plus vif, quand les arbres dépouillés semblent tout ouatés d'une fine neige attachée à leurs rameaux : effet pittoresque, on ne peut plus gracieux. — Il vous souvient que nos aéronautes ont souvent vu là-haut de semblables paillettes de glace se former sur leurs cheveux et leur barbe, ce qui les faisait ressembler au légendaire *bonhomme l'Hiver*... — Lorsque de la pluie tombe sur le sol très froid, plus froid que l'air, en sorte que les gouttes gèlent à mesure, il se produit ce mince vernis luisant, glissant, perfide, que nous appelons le *verglas*. C'est alors que vous voyez les passants avancer avec mille précautions, étendant les bras en manière de télégraphe, et tâchant d'assurer leur équilibre compromis... ce qui vous fait rire, vous autres, agiles lutins, peu soucieux d'ailleurs d'une chute pour votre propre compte. — Le verglas peut aussi se produire lorsque les imperceptibles globules d'eau du brouillard, ou les fines gouttelettes de pluie qui résultent de leur rapprochement, sont, en certaines circonstances exceptionnelles, demeurées liquides malgré le froid glacial. Mais, en touchant le sol ou les branches des arbres, ces gouttelettes se congèlent immédiatement et forment sous nos pieds, ou autour des rameaux, une couche épaisse et glissante.

CHAPITRE VI

A TRAVERS L'ORAGE.

L'ÉLECTRICITÉ ET LES ORAGES

Voyons, mon cher lecteur, il faut vous fabriquer, de vos propres mains, un petit appareil très simple dont nous allons avoir besoin. Et quand il sera fait, vous ne regretterez pas votre peine, j'en suis sûr. Procurez-vous une plaque mince de *caoutchouc durci*, substance noire et polie : ce n'est ni rare ni cher. Votre plaque, ronde ou carrée, peu importe, aura, par exemple, vingt centimètres en long, autant en large. Maintenant vous allez me tailler dans une feuille de carton un *disque*, un rond, un peu plus étroit que la plaque, en sorte que, posé dessus, il ne déborde d'aucun côté. Sur ce disque, vous collerez des deux côtés une feuille d'étain à envelopper le chocolat, que vous redresserez de votre mieux. Seulement, au centre du disque, d'un côté, vous laissez un petit espace dégarni, large comme une pièce de cinq centimes. Prenez un bâton de cire à cacheter, et le fondant un peu au bout à la bougie, faites-le coller au centre du disque, à l'endroit où le carton est dégarni ; le



ÉLECTROPHORE.

bâton de cire formera un manche au disque. Est-ce fait? Vous voilà possesseur d'une *machine électrique*, faible à la vérité, un peu fragile, mais suffisante cependant pour faire un certain nombre d'expériences, très curieuses et très amusantes : c'est ce qu'on appelle un *électrophore*. La première que l'on peut faire avec ce petit appareil consiste à frotter très vivement avec un chiffon de laine la surface de la plaque de caoutchouc durci. — Vous avez semé sur la table de petits fragments de papier, de menus morceaux de liège hachés dans un bouchon. Vous présentez le côté frotté de votre plaque à quelques centimètres au-dessus de ces petits objets légers, en approchant graduellement, doucement. Vous voyez les petits objets s'agiter; les fragments de papier se dressent sur leurs pointes, puis tout à coup ils se détachent de la table, s'élancent vers la plaque. Quelques-uns y restent attachés; d'autres, au contraire, redescendent vivement, pour remonter et redescendre encore, figurant une sorte de danse. Nos petits fragments de liège surtout dansent avec un entrain charmant! A défaut de caoutchouc durci, un tube de verre, un bâton de cire à cacheter frottés de même vous montreraient le même phénomène; moins bien cependant. L'expérience est très ancienne. Les Grecs et les Romains s'en amusaient, mais ils n'en concluaient rien. Voyons, nous, ce que nous allons pouvoir en conclure.

Certaines substances, frottées comme nous venons de le faire, prennent la propriété d'*attirer* les objets légers, à peu près comme l'aimant attire le fer. Voilà un *phénomène*. Or tout phénomène a une cause : il n'y a pas d'effet sans cause. D'un autre côté, cet effet que nous venons d'observer ne nous paraît pas explicable par l'action de la *chaleur*, par exemple, ni d'autres causes semblables dont nous sommes habitués à remarquer les effets ; nous soupçonnons qu'il est produit par une cause toute particulière. Appelons-la d'un nom qui ne vous est pas inconnu : appelons-la *électricité*. — Maintenant réfléchissons. Le phénomène observé est un mouvement, — le mouvement de ces petits

objets. Or un objet inanimé, qu'il soit petit ou gros, lourd ou léger, ne se met pas en mouvement de lui-même, et sans que rien agisse sur lui. Vous lâchez une pierre en l'air : elle tombe. Voilà un mouvement. Ce mouvement de la pierre qui tombe est l'effet de la cause que nous appelons *pesanteur*. — Toute *cause de mouvement* s'appelle *force*. Je lance un caillou, je dérange un meuble : j'emploie de la force, de ma force vitale à moi, de la force qui me fait vivre et mouvoir, à produire un mouvement. La pesanteur est une force. Donc aussi l'électricité, qui cause le mouvement de ces objets légers, l'électricité est une *force*[1]. Cela ne vous en apprend pas bien long sur sa nature ; du moins vous voilà averti que c'est une *travailleuse*. — Oh oui ! et une grande travailleuse. Que d'ouvrage elle fait ! Et que d'ouvrages différents ! Quels travaux merveilleux, variés, incessants. Parce que vous l'avez vue s'amuser, pour ainsi dire, à faire danser de petits objets, n'allez pas vous imaginer que cette *force* soit *faible*, — je veux dire, sans jeux de mots, qu'elle soit peu énergique, incapable de grandes choses. La même pesanteur qui fait tomber un grain de sable peut détacher des cimes un bloc immense de rocher, tout un pan de montagne, et le précipiter dans les abîmes, n'est-ce pas ? Une force est susceptible de plus ou de moins ; et ses effets seront en proportion de la *quantité* de force agissante. — Vous dire ce que fait l'électricité, seulement vous l'indiquer d'une manière rapide, ce serait tout un livre. Dites-vous seulement qu'elle et sa sœur la *chaleur* sont les deux grandes ouvrières de la nature. Tout se fait par elles, dans l'univers. Sans elles, le monde ne subsisterait pas une seconde ! — Or voilà qu'on soupçonne fort, aujourd'hui, que l'électricité et la chaleur pourraient bien être, au fond, une seule et même chose... — Mais revenons à notre électrophore.

1. En disant que l'électricité est une force, on n'entend pas définir sa nature, mais son mode d'action. — Un mouvement, par exemple, peut fort bien être *cause* d'un autre mouvement.

Nous pourrions à son aide, vous dis-je, faire une foule d'expériences, faire travailler l'électricité à produire une foule d'effets différents. Malheureusement je ne puis m'arrêter à vous les indiquer. Arrivons tout de suite à la plus jolie : celle qui a trait à notre sujet. — Nous allons imiter Jupiter tonnant: nous allons faire un orage! Voyons, suivez bien les opérations. La plaque est posée sur la table. Frottons vivement avec la laine; puis posons le disque sur la plaque. Touchez l'étain du disque du bout du doigt: cette manœuvre est nécessaire. Retirez votre doigt; prenez le disque par son manche de cire à cacheter, soulevez-le de quelques centimètres. Maintenant approchez du disque, doucement, la jointure repliée d'un doigt de l'autre main. Au moment où elle va toucher, vous voyez jaillir entre le disque et le doigt plié une petite étincelle, qui brille d'une lueur très vive quand on opère dans un endroit un peu sombre. En même temps vous entendez un petit bruit sec: *tic!* et vous sentez au doigt une légère piqûre, à peine perceptible. — Vous venez de lancer la foudre! Cette vive étincelle, c'est l'éclair ; ce bruit imperceptible, c'est le tonnerre... le tout en petit, microscopique! Et la piqûre presque insensible, c'est l'effet proportionné de cette foudre minuscule, qui n'écraserait pas une fourmi.

Mais, vous disais-je, tout dépend de la quantité. Or, sauf la quantité, tout y est, dans mon petit orage... — Du moins, avec ce simple appareil, vous avez déjà pu constater par vous-même que la *force* appelée *électricité* est capable de produire : 1° des mouvements, 2° de la chaleur (la petite étincelle de feu), 3° de la lumière (sa lueur), 4° du son, 5° une impression sur les êtres vivants (la piqûre). — A l'aide d'instruments plus grands, construits différemment, mais toujours sur le même principe, nous pourrions mettre en jeu des quantités d'électricité beaucoup plus grandes, et par conséquent produire des effets tout semblables, mais bien plus énergiques. Ainsi avec une *machine électrique* très ordinaire on fait jaillir des *étincelles électriques* comme de minces traits de feu de cinq à six centimètres de longueur, qui

brillent d'une vive clarté, éclatent soudainement avec un bruit sec et assez fort, et font éprouver l'impression d'une rude piqûre, en même temps celle d'un choc, d'une secousse douloureuse. Cette étincelle, c'est bien, disais-je, un trait de feu, c'est-à-dire de vive chaleur. Met-on sur son chemin une matière combustible, de l'esprit-de-vin par exemple, elle l'enflamme; elle met le feu à la poudre, elle allume en passant un bec de gaz, perce une feuille de papier, brise une lame mince de verre. Mais ce n'est rien encore; et nous avons des machines bien autrement puissantes, produisant des quantités énormes d'électricité, avec des effets à proportion. — A travers des tourbillons de vapeur j'ai vu jaillir de larges traits de feu, d'une clarté éblouissante, véritables éclairs sillonnant l'air en zigzag sur plus d'un mètre de longueur, avec une détonation semblable à un coup de pistolet. Sous le choc, j'ai vu un bloc de bois éclater en mille pièces, un fil de fer rougir, fondre et se dissiper dans l'air en une pluie d'étincelles. —Ne me demandez pas si je me suis exposé moi-même à recevoir cette violente *décharge :* j'aurais été non pas tué du coup peut-être, mais tout au moins engourdi, paralysé pour plusieurs jours... Oh! oh! Voilà cette fois une foudre qui ne plaisante pas !

Mais est-il bien sûr que la cause des majestueux orages de là-haut soit cette même électricité que nous employons à les imiter ici-bas? Pour le savoir ne faudrait-il pas observer de près la foudre véritable, la manier pour ainsi dire? — On l'a fait.

Il y avait deux moyens. L'un, qui se présente tout de suite à l'idée, c'est de s'élever au sein même du nuage orageux au plus fort de sa canonnade, au milieu des éclairs qui se croisent, des grondements formidables : expérience très intéressante, certainement. Mais à aller ainsi déranger le tonnerre chez lui, il y aurait quelque péril, qu'en pensez-vous? C'est pourquoi on préféra l'autre moyen, qui consiste à faire descendre la foudre sur la terre pour l'examiner à loisir. Oh! ne vous effrayez pas;

on n'en fera descendre que la quantité qu'on voudra. — Le premier qui eut cette idée ce fut un homme de génie et de vertu, dont il ne faut prononcer le nom qu'avec respect : Franklin. Par un jour d'orage il se rend dans une prairie avec son jeune fils, et là il lance le plus haut possible vers les nuages un *cerf-volant* armé d'une pointe de fer. L'électricité répandue dans l'air autour du nuage orageux se communique au cerf-volant qui y flotte, elle se propage, descend par la cordelette. Le savant avait attaché à la ficelle une clef de fer : il approche son doigt : une étincelle jaillit, une étincelle toute semblable à celle qui jaillit de nos machines. Comme vous le pensez bien, cette belle expérience fut répétée par les physiciens, non pas une fois, mais cent fois. Tantôt ils ont fait descendre du nuage la foudre en pleine colère, — je veux dire une énorme quantité de l'électricité orageuse ; — et la dirigeant à leur gré, ils l'ont fait éclater en effrayants traits de feu, longs de plus de deux mètres, avec un bruit formidable : véritables éclairs, capables de foudroyer l'imprudent qui se serait exposé à leur atteinte. Tantôt au contraire, ils l'ont forcée à se prêter à tous les essais, à se dépenser en petites doses pour de petits effets ; que dis-je, on l'a abaissée à des jeux indignes de sa majesté céleste : — à faire tinter des sonnettes et danser des balles de liège !

Donc pas le moindre doute ; et cette électricité avec laquelle vous jouerez vous-même s'il vous fait plaisir, c'est bien la même qui livre là-haut de si effrayants combats. Cela connu, reste à savoir comment cette énorme quantité d'électricité peut se produire, de quelle façon elle est répandue dans l'air, comment elle se rassemble dans les nuages. Et c'est en cela que des observations faites dans les hauteurs de l'air, au sein même des nuages, peuvent nous être utiles. Voilà pourquoi nos voyageurs ont emporté avec eux un petit appareil qu'on nomme *électromètre* (c'est-à-dire *mesure-électricité*), qu'ils ont soin d'observer à diverses hauteurs. Un mince fil de cuivre de 100 ou 200 mètres de longueur, accroché à l'instrument,

pend librement sous la nacelle. C'est ce fil qui va chercher, recueillir autour de lui l'électricité de l'air ou des nuages où il flotte; c'est par là qu'elle sera *conduite* vers l'appareil, — que je ne vous décrirai pas, — et qui marque son énergie plus ou moins grande. De temps en temps nos observateurs consultent leur *électromètre*, notent le degré d'énergie électrique qu'il marque, et en même temps la hauteur, l'état de l'air autour d'eux. Quelquefois l'électricité de l'air, en un certain lieu, est très faible ou nulle ; d'autres fois elle est très forte, surtout au sein des nuages. « Nous sommes à 1350 mètres, raconte le savant observateur Tissandier ; le fil de cuivre plonge dans le nuage d'aiguilles de glace au-dessus duquel nous planons. J'approche mon doigt : une étincelle jaillit, faisant entendre un bruissement énergique. » La force électrique était assez grande pour faire éprouver aux observateurs une violente *commotion*[1] dans les bras quand ils approchaient la main pour recevoir la décharge. Ce nuage était donc très *chargé*, comme on dit, d'électricité : c'était un véritable nuage orageux.

Et cependant l'orage n'éclatait pas. — Un seul aéronaute, le téméraire Testu-Brissy (1786), s'est trouvé lancé, en plein orage, au milieu du nuage déchiré par les éclairs. — Vous imaginez bien les dangers d'une telle situation. La foudre ne va-t-elle pas atteindre l'aventureux voyageur? Le seul contre-coup de la décharge électrique, lorsqu'elle éclate à peu de distance, ne peut-il pas le renverser, paralysé, dans sa nacelle? Les traits de feu qui se croisent en tous sens ne vont-ils pas enflammer l'hydrogène dont est gonflé le ballon, — quand une faible étincelle électrique suffit pour allumer un bec de gaz, ou enflammer une charge de poudre? — La nuit était tombée. Le ballon planait au-dessus de l'orage; sous la nacelle s'étendait la couche de nuages où brillaient les éclairs. Pourtant il fallait

1. Secousse douloureuse.

descendre. L'intrépide aéronaute plonge, s'enfonce dans cette mer de nuées noires. Les grondements du tonnerre éclataient effroyablement. A chaque éclair, il lui semblait que le ciel tout entier s'embrasait autour de lui; puis devant ses yeux éblouis les ténèbres se refermaient, opaques, aveuglantes. L'électricité était en tel mouvement, que des jets de flamme vacillante, semblables à des aigrettes, à des panaches lumineux, jaillissaient de toutes parts du ballon lui-même, des angles de la nacelle, de la lance du pavillon, des objets métalliques que l'aéronaute tenait à la main. Spectacle merveilleux et formidable! Au milieu de toute cette fureur, l'homme, impassible, observait... Mais Testu-Brissy n'était pas un savant, et ses observations ne nous ont à peu près rien appris de nouveau sur l'électricité des nuages. — Du moins il traversa la couche orageuse sans recevoir aucune atteinte, et quelques instants après il prenait terre sans accident.

Au moyen des observations faites en ballon et de nombreuses expériences exécutées à terre on est arrivé à savoir sur les causes des orages ce qu'il me reste à vous expliquer brièvement.

Même par un temps serein, à quelque distance de la terre, l'air est presque toujours chargé, comme imprégné, si vous voulez, d'une certaine quantité d'électricité. Elle est ordinairement plus forte dans les nuages, et énormément accumulée dans les nuages que l'on nomme orageux. Mais d'où vient cette électricité? — La principale cause de l'électricité de l'air est l'évaporation des eaux, surtout celle des eaux de la mer. Chaque molécule de vapeur qui s'élève de la mer pour s'envoler dans l'atmosphère est pourvue d'une petite dose d'électricité qu'elle emporte avec elle. Cette électricité, naturellement, se répand dans l'air avec les vapeurs elles-mêmes; et comme ces vapeurs forment une énorme masse d'eau, l'électricité répandue dans l'air est aussi en quantité considérable. Puis, lorsque plus tard ces vapeurs se condensent en gout-

telettes, en aiguilles de glace pour former des nuages, ces gouttelettes, ces aiguilles sont, naturellement, électrisées aussi plus ou moins fortement. Lorsque, par suite de certaines circonstances qui ne sont pas encore bien connues, l'électricité ainsi accumulée dans un nuage est en quantité énorme, nous avons un nuage orageux. Alors cette force accumulée ne peut pas rester plus longtemps emprisonnée; l'électricité se *décharge;* elle fait explosion, pour ainsi dire. L'éclair jaillit: une immense étincelle électrique qui a parfois plus d'une lieue de longueur; un craquement formidable ébranle l'air et se prolonge en longs roulements. Tout est en proportion. Mais que sont ces effets divers? Des mouvements. L'électricité, avons-nous dit, est une *force;* et il est dans la nature d'une force de produire le mouvement. Le bruit, le son, qu'est-ce? Un mouvement, un ébranlement excessivement rapide, une *vibration* de l'air. L'éclair est chaleur et lumière; mais nous savons que la chaleur elle-même est une sorte de mouvement, la lumière également. — Maintenant, si la communication du mouvement électrique se propage jusqu'au sol, alors l'éclair semble joindre d'un trait de feu la terre et le nuage. Dans ce cas, nous disons que le tonnerre tombe; les objets qui se trouvent sur le passage de l'électricité sont *foudroyés*. Des murs ébranlés, des arbres déchirés, des rochers fendus, de lourds objets lancés au loin, — voilà des effets de l'électricité atmosphérique: mouvements encore violents, proportionnés à sa redoutable énergie, comme la danse de nos petites balles à la minime quantité d'électricité que nous avions mise en jeu. Et l'être animé qu'elle atteint est incapable de résister à la secousse, au mouvement désordonné et subit produit dans tous ses organes intérieurs. La mort survient quelquefois sans qu'on puisse voir trace de blessure; tandis que d'autres fois le feu céleste, — l'intense chaleur produite, le brûle, le consume.

CHAPITRE VII

LA DESCENTE

LES MANŒUVRES D'ATTERRISSAGE

Les plus belles fêtes ont une fin. Si splendides que soient l'azur immense et les nuages illuminés par le soleil, si émouvantes les impressions de la traversée, si intéressantes les observations saisies au passage, il faut redescendre. — Quel dommage qu'on ne puisse fixer sa demeure en plein ciel, jeter l'ancre sur un nuage! Hélas, impossible; et le moment est venu de retourner sur la terre. — La descente! voilà le quart d'heure difficile du voyage! On part... à peu près comme on veut; on descend... comme on peut. En des circonstances favorables, l'habile aéronaute sait se poser doucement à terre, comme un oiseau qui replie ses ailes, sans choc, sans rompre une ficelle, et dans l'endroit qu'il a choisi. Mais il se peut aussi qu'il soit forcé de descendre, et non pas au moment, non pas au lieu qu'il eût préféré! Surtout il faudrait s'abaisser tranquillement, et ce n'est pas toujours possible. Mille incidents imprévus peuvent déjouer les précautions les mieux prises. Il peut arriver qu'une déchirure se produise, et laisse échapper le gaz; ou bien tout simplement c'est une pluie, une neige subite qui charge le ballon et le force à descendre quand on ne voudrait pas. Parfois ce sont les aéronautes eux-mêmes qui sont obligés de précipiter la descente, malgré les inconvénients et les dangers. — N'est-ce pas un orage qui de là-bas s'avance vers nous? La tem-

pête l'apporte sur nous avec une rapidité effrayante; il va nous envelopper dans un instant. Il faut se hâter de quitter ces parages dangereux que tout à l'heure la foudre va embraser de ses éclairs. N'est-ce pas des montagnes qu'on aperçoit là-bas à l'horizon, récifs menaçants contre lesquels le vent nous pousse et pourrait nous briser? Ou bien c'est le pays ennemi sur lequel il nous porte; ou encore la mer, la terrible mer... En hâte il

DESCENTE SUR LA PLAGE.

faut se précipiter vers la terre, au risque de se briser, peut-être! — Un jour l'aéronaute Glaisher et son compagnon M. Coxwell s'étaient oubliés à rêver au-dessus des nuages. Ils s'abaissent enfin, perçant la couche de vapeurs qui leur cachait la terre. « Qu'est-ce que cela? » s'écrie M. Coxwell. Il avait aperçu un cap de la Manche! « J'interrompis une observation, raconte le savant, et je regardai par-dessus le bord; je vis en effet que la mer sembait être directement au-dessous de nous. Alors M. Coxwell s'écrie de nouveau : Il n'y a pas un moment

à perdre, nous devons quand même descendre sur terre. Laissez là vos instruments! » Tous deux manœuvrent pour descendre, ou plutôt pour tomber, avec une rapidité effrayante, d'une hauteur de 3000 mètres! Quelle chute! Et quel choc, à l'arrivée! Tous les instruments sont brisés; et les observateurs sont bien heureux de ne pas l'être! Ils sont tombés sur la plage que viennent baigner les flots à marée haute. Vous voyez qu'en effet il n'y avait pas de temps à perdre!

Les récits des voyageurs aériens sont tout remplis des incidents émouvants de la descente : l'arrivée au port, — je veux dire à terre, — pour le vaisseau aérien, est parfois un véritable naufrage. Je vous raconterai quelques-unes de ces histoires dramatiques... — Mais il n'y a pas de raison pour mettre nos voyageurs, nos braves compagnons dont nous avons suivi par la pensée l'excursion dans les nuages, et au sort desquels nous nous intéressons d'une façon toute particulière, dans une position si tragique! Nous pouvons bien faire cela pour eux, de dire que, prudents et expérimentés, ils ont bien calculé leur affaire et pris leurs précautions; aucun accident grave ne viendra se jeter à la traverse et les mettre en danger, et nous allons assister aux opérations d'une descente régulière et bien conduite.

La précaution principale qu'ils ont prise, c'est de conserver du lest. Quand on a du lest, on descend; quand on n'en a pas... on tombe. Malheur donc à qui n'a pas su l'économiser pendant la traversée, qui pour monter trop haut ou rester trop longtemps dans l'air a épuisé son précieux sable! — Mais nous, nous sommes à même de choisir le moment convenable. On tient conseil. La provision de lest diminue; les observations utiles sont faites, le pays est favorable; on se décide à prendre terre. Il s'agit tout d'abord de s'abaisser assez vers le sol pour reconnaître et choisir de près le lieu du débarquement. Préparons-nous. Et maintenant, attention à la manœuvre!

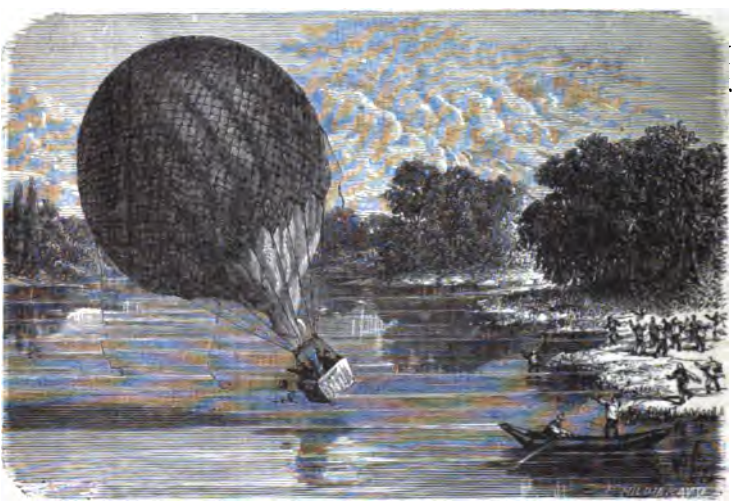
Déjà le ballon, qu'on ne soutenait plus en jetant du lest, baissait lentement : pour accélérer la descente dans la mesure

convenable, on donnera quelques coups de soupape. L'aéronaute saisit la corde pendante; il tire : un flot rapide de gaz s'échappe. Puis on entend les deux petits volets qui se referment avec un bruit sec : *clap!* Il importe de ne pas lâcher trop de gaz au premier moment; car il nous faut bien savoir que la descente, une fois commencée, ira de plus en plus rapide. — On suit de l'œil la colonne argentine du baromètre, qui remonte tout doucement dans son tube. En même temps la légère banderole de soie, au lieu de pendre immobile et la pointe en bas, voltige, s'enlève même en l'air : le ballon descendant, l'effet est le même que si un souffle venait d'en bas la soulever. — Autre observation : le ballon, que nous avions vu se gonfler à la montée par la dilatation du gaz, s'amoindrit à mesure qu'on approche de terre. Sans que nous ayons beaucoup perdu de gaz, il semble à moitié vide, tant ses toiles, dans le bas, sont flasques et ridées. Vous deviez vous y attendre; à mesure qu'on descend, la pression de l'air augmente, comprime le gaz de l'aérostat, le refoule de toutes parts. — L'air semble tiède; le thermomètre remonte. On perce une dernière couche de nuages : voici la terre qui apparaît. Descendons encore.

Mais il ne s'agit pas d'aller tout droit heurter le sol avec cette vitesse, et n'importe où. Lors donc qu'on n'est plus qu'à 500 ou 600 mètres de hauteur, il convient de briser l'élan accéléré du ballon vers la terre. Voilà le moment de jeter du lest. On jette : la rapidité de la descente diminue. Encore un peu de lest... Si la manœuvre est bien faite, le ballon arrivera, par exemple, à 300 mètres de terre presque sans vitesse de chute. Il file maintenant, emporté par le vent ; et on pourrait le soutenir encore longtemps, naviguant à faible hauteur. Les voyageurs se penchent vers la terre, cherchant des yeux, en avant, un endroit commode pour *atterrir*. Même par un vent très modéré, le ballon glisse avec une rapidité qui semble très grande quand on est près de terre et qu'on voit fuir les objets sous la nacelle : il faudra choisir le moment. — Voilà des bois, des vergers ... Passons,

passons ! — Là-bas un village approche. Passons : les murs, les maisons, les clochers, autant d'écueils pour les aéronautes ! Voyez-vous notre vaisseau aérien échouant sur un toit? Voyez-vous notre globe s'embrochant dans un paratonnerre? — L'écueil est dépassé; nous voici en rase campagne, en plaine. Le ballon baisse lentement; laissons approcher. Au besoin, un petit coup de soupape. « Et maintenant, au guide-rope ! » — « Qu'est-ce que cela ? » Tout simplement la longue et lourde corde qu'on laisse traîner — et que nous avons appelée en français la *corde de traînage*. Mais l'inventeur anglais, Green, lui a donné, tout naturellement, un nom anglais. Attaché au cercle, le câble est *lové*, suspendu aux flancs de la nacelle. D'un coup de couteau l'aéronaute tranche lestement la cordelette qui le retient ; le câble se déroule, on le laisse filer. Il a 60 ou 80 mètres de longueur ; mais il est bon qu'on le laisse pendre à l'avance, afin qu'il touche terre dès que le ballon arrivera à cette hauteur. — Vous allez comprendre l'ingénieuse invention de notre Anglais. Supposez que le ballon, par un temps calme, arrive avec une certaine vitesse vers la terre : quand il est à 80 ou 60 mètres, le bout du guide-rope touche. A partir de ce moment l'aérostat baissant encore, la corde se reposera à terre. Or toute cette longueur de câble qui s'étend à terre, ne pèse plus sur l'aérostat, qui est soulagé d'autant. C'est donc une sorte de lest qui se décharge de lui-même graduellement, et juste au moment convenable ; en sorte que, la vitesse du ballon graduellement amortie, la nacelle arrive à se poser doucement à terre. Fait-il du vent, l'appareil est plus précieux encore : toute cette longueur de câble de plus en plus grande qui traîne sur le sol, parmi les buissons, produit un frottement, une résistance considérable, qui, sans secousse, retarde la marche du ballon. Notre guide-rope est pendant; il va toucher terre : il traîne... C'est comme le mors qui modère l'emportement de notre coursier aérien. Il se ralentit, il s'incline. Dans un instant nous allons toucher terre. — Mais jusqu'au dernier moment, s'il se pré-

sente un obstacle, l'aéronaute qui a su conserver du lest peut se relever pour le franchir. Est-ce un bouquet d'arbres, une maison, un sac de lest jeté à temps, le ballon se soulève ; il bondit par-dessus. C'est une rivière, un étang, un marécage ; soyez tranquille, nous ne nous mouillerons pas dans cette mare. — Deux malins aéronautes, un beau jour, se plaisent à raser comme l'hirondelle la surface d'un bel étang. Comme ils s'amusent de la frayeur de ces braves paysans, qui s'écrient :



RASANT LA SURFACE DE L'ÉTANG.

« Noyés ! Noyés ! » — Inutile, mes amis, de détacher la barque. Quelques poignées de sable jetées, et voilà nos voyageurs qui se relèvent en suivant une courbe gracieuse jusqu'à 500 mètres de hauteur : ils iront loin encore, s'ils veulent.

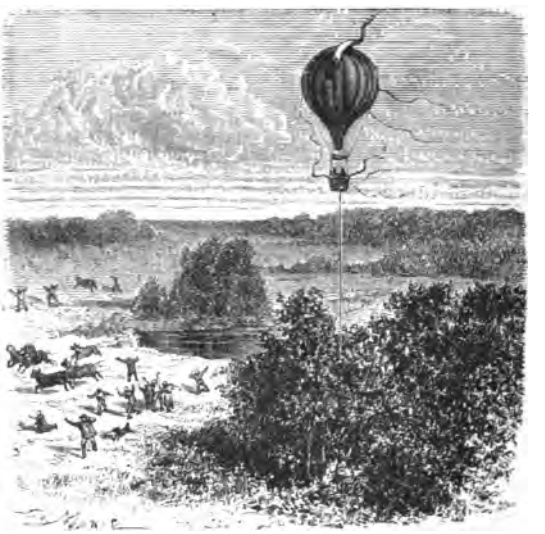
Mais voici une campagne découverte ; le guide-rope traîne avec un petit bruit parmi les herbes... Pied à terre ! L'aéronaute détache l'ancre et la laisse filer. Le grappin mord la terre ; il la déchire avec sa griffe d'acier. A ce moment on ressent une secousse. L'ancre s'accroche, se décroche, se raccroche encore...

le ballon s'abat vers la terre. La nacelle va toucher... attention ! — « Tenez-vous bien ! tenez-vous bien ! » C'est le cri convenu : il s'agit de n'être pas bousculé du choc, ni jeté hors du panier ; on se retient aux cordages. En même temps les aéronautes tirent de toute leur force la corde de la soupape pour vider le ballon. Par un temps absolument calme, l'aérostat glissant obliquement se pose doucement à terre; la nacelle éprouve un léger choc, rebondit un peu peut-être, puis demeure immobile : c'est fini.

Mais pourvu qu'il fasse le moindre vent, il y a toujours quelques instants de *traînage*. Le ballon, alors, couché sur le flanc, glisse, presque rasant le sol ; la nacelle, penchée en avant, demi-versée, frappe la terre. Ce choc la soulève, elle rebondit ; le ballon se relève de quelques mètres, puis retombe ; nouveau choc, nouveau bond... Mais les chocs et les bonds vont diminuant ; le traînage se ralentit : le ballon se vide et donne moins de prise au vent. — On peut bien se tirer d'affaire tout seuls : mais le secours d'autrui n'est pas non plus à dédaigner. Y a-t-il des hommes aux champs, naturellement ils ont levé le nez en l'air, ils ont vu le ballon. On les appelle, on crie. S'ils ne sont pas trop stupéfiés de surprise ni effrayés, si on parvient à se faire entendre et comprendre, ils viennent aux cris ; et les voilà courant à travers champs à la poursuite de la corde de traînage, qui glisse dans l'herbe comme un serpent. Ils la saisissent, la tirent ; tous se pendent après. Ils seront entraînés plus vite qu'ils ne voudraient, peut-être un peu bousculés... n'importe ! « Hé ! tirez ! tirez donc ! — Par ici !... par là !... Amenez à terre ! » — Le poids, la résistance de ces gens accrochés au cordage arrête la course emportée du ballon ; on le tire à terre. Il roule peut-être encore deux ou trois tours sur le sol, comme une boule ; puis le voilà définitivement arrêté.

Quand la nacelle a touché le sol, il ne s'agit pas de débarquer en sautant dehors sans plus de précaution : savez-vous ce qu'il arriverait ? C'est que l'aérostat, subitement délesté,

s'arrachant par une secousse, pourrait bien reprendre son vol, tout seul, ou avec le compagnon resté dans le panier! Donc, avant de mettre pied à terre, soyons sûrs que le globe, à demi vide de gaz, ne nous fera pas la surprise de s'échapper sans notre permission. — Souvent aussi, après une descente heureusement effectuée, le ballon restant suffisamment gonflé, les aéronautes ont pu s'envoler de nouveau pour une nouvelle



LE DIABLE DESCENDANT DU CIEL.

étape de voyage, repartir soit tout de suite, soit après plusieurs heures, en laissant seulement à terre un compagnon ou quelques sacs de lest, ainsi que le fit Charles à sa première ascension.

LES INCIDENTS DE L'ARRIVÉE

La promenade est finie.

Mais toutes les ascensions ne se terminent pas d'une façon aussi réglementaire... Sans compter les véritables naufrages, rares du reste, il y a les incidents imprévus, tantôt fâcheux, tantôt

pittoresques et amusants au contraire. C'est, par exemple, cet aéronaute qui descend au milieu des champs dans un pays où... l'école du village est peu fréquentée. Il a beau appeler les gens à son aide, ils s'enfuient épouvantés. On l'a pris, lui et sa machine, pour un monstre effroyable : le diable peut-être ! — Le diable descendant du ciel ! Voyez-vous cela ? — Une autre fois il prend terre au milieu d'un troupeau effaré, qui se disperse dans toutes les directions. — Une situation désagréable, et quelque

ENDROIT MAL CHOISI POUR DESCENDRE.

peu ridicule, c'est celle des voyageurs qui descendent... sur un arbre. Endroit mal choisi ! Les branches vont déchirer le ballon peut-être ; et comme il sera commode de le retirer de là, quand les toiles dégonflées, les cordes, les mailles du filet se seront entremêlées parmi les branches ! Mais l'accident le plus ordinaire c'est un traînage rapide, prolongé, par un vent violent ; c'est la nacelle versée, rasant le sol avec une vitesse effrayante, heurtant les obstacles, bondissant, retombant avec des chocs à tout briser. Les instruments volent en éclats, les voya-

geurs durement ballottés roulent l'un sur l'autre... Rude arrivée! Et pourtant le plus souvent il ne s'en suit pas de blessure sérieuse. Pour ce cas fâcheux il y a une ressource extrême : la *corde de déchirure :* vous savez ce que c'est. On tire violemment : le ballon est éventré. Une énorme plaie l'entr'ouvre, presque de haut en bas. Le gaz s'échappe en une immense bouffée; les toiles retombent flasques, inertes. Cela coupe court au traînage!

LE TRAINAGE.

— Le ballon est déchiré ; eh bien, on fera une couture, et il n'y paraîtra plus.

Il vous souvient du voyage de *l'Hirondelle*, ce jour où les aventureux voyageurs firent quatre-vingts lieues en une demi-heure. Comme vous le pensez bien, à l'arrivée ce fut le plus vertigineux des traînages : le traînage par un ouragan ! L'ancre est jetée ; le ballon s'abat, la nacelle frappe la terre. Le choc est terrible : elle rebondit comme une balle. L'ancre, au lieu de mordre la terre, voltige au bout de son câble au-dessus des

champs. Elle s'accroche... elle se brise comme verre. « En une seconde, raconte le savant, nous sommes jetés sur la cime des arbres d'une forêt. Le ballon est lancé d'arbre en arbre : chêne ou peuplier, chacun plie, puis se redresse en nous renvoyant dans l'espace. La nacelle craque, les cordes gémissent; on entend le vent qui siffle ! — Dans notre course furieuse nous brisons les branches élevées, puis nous tombons au milieu des broussailles ! Nous voilà lancés dans une plaine qui s'ouvre devant nous. Nous rasons le sol avec une rapidité inouïe; nos câbles voltigent çà et là... » La soupape ouverte laissait échapper le gaz, et le ballon finit par s'arrêter. Dans cette fuite effarée à travers les forêts et la plaine, volant parmi les branches cassées, les cailloux, bondissant, sillonnant la terre, ils ont fait trois kilomètres en moins de cinq minutes : leur chemin est tracé par d'effrayantes brisées. — Pourtant ils en seront quittes pour de légères contusions et quelques écorchures.

Comment est-ce possible? C'est que toutes les pièces de la machine, toiles, cordages, nacelle d'osier, sont choses légères et élastiques, qui plient au lieu de se briser.

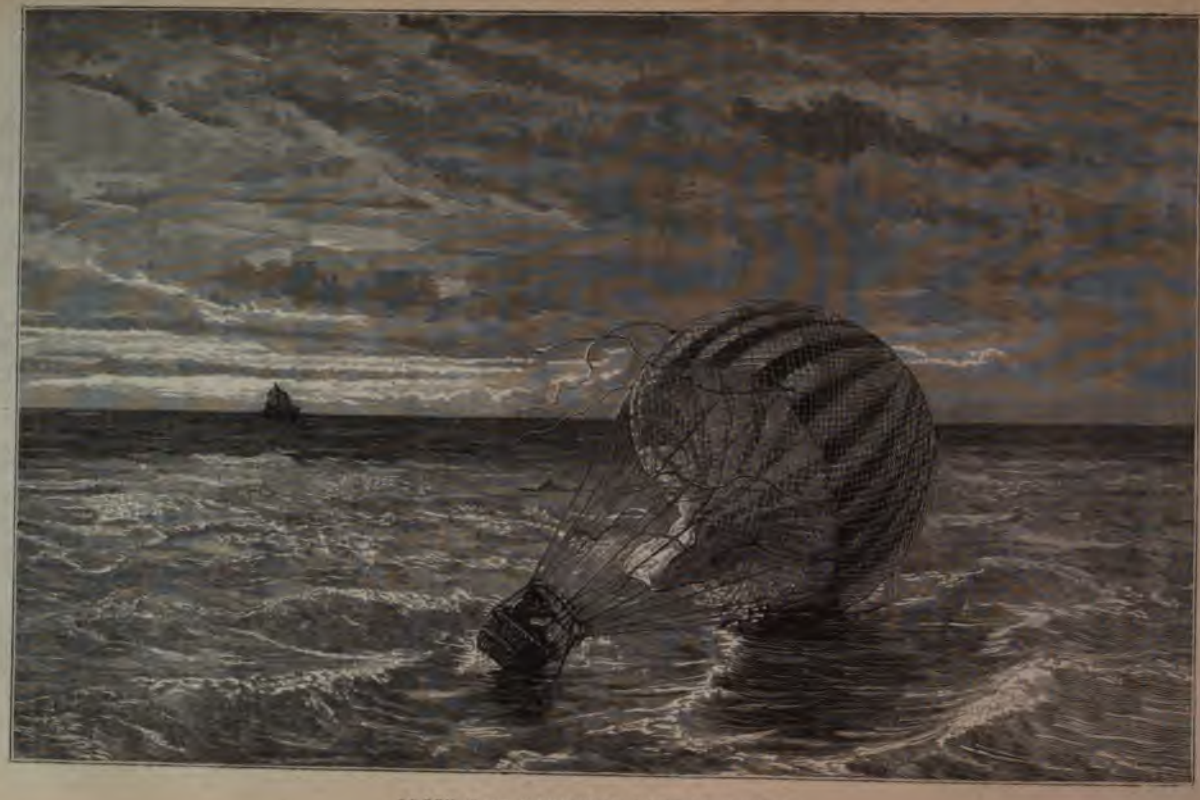
Un autre traînage célèbre est celui de l'énorme ballon, fort bien nommé *le Géant* (6000 mètres cubes!), qui, parti de Paris le soir, emportant neuf voyageurs dans sa nacelle à deux étages, après avoir passé la nuit en l'air, s'abattit, c'est le mot, au matin, en Allemagne. Le vent était d'une force extrême; les aéronautes qui dirigeaient manœuvrèrent très mal : ce fut une effroyable bousculade. Le *Géant* furibond arracha des arbres, entraîna des poteaux de télégraphe avec leurs fils, faillit heurter un train de chemin de fer... Personne de tué, malgré tout.

Dans une chute rapide, par un traînage fougueux, tout obstacle, un arbre, un mur, une maison, autant de récifs menaçants : la terre même est un écueil; un choc violent peut vous briser contre elle. Mais la grande frayeur des voyageurs de l'air,

c'est la mer : la mer, le tombeau des aéronautes. Déjà vous avez partagé les angoisses de pauvres voyageurs suspendus entre ciel et mer. La terre était proche, l'atteindraient-ils? seraient-ils engloutis dans les flots? La position était périlleuse, non pas désespérée. Mais figurez-vous la situation d'un aéronaute emporté au-dessus des abîmes de l'immense Océan... Nul espoir d'atteindre l'autre rivage. Le ballon se soutiendra quelques heures au plus dans les airs. Puis, irrésistiblement, il va baisser, il baisse. Rien à faire. Il n'y a plus de lest. Bientôt la nacelle rasera la surface de l'eau, bondira un instant de vague en vague; puis la mort, inutilement retardée, inévitable. Un seul secours possible : un navire qui viendrait à passer, et recueillerait le pauvre naufragé.

La mer a vu plus d'un de ces sinistres. Blanchard et Jeffries échappèrent à grand'peine ; Zambeccari, le téméraire, tombe dans la mer : cette fois on le sauve. Un autre aéronaute du même temps, Arban, sauvé également la première fois, périt la seconde. Le célèbre Green deux fois aussi fait naufrage, et échappe à la mort, recueilli par des marins. Deux fois le vaillant Duruof, — l'aéronaute du voyage de Calais, — tombe à la mer : deux fois il est sauvé encore. Mais deux des courageux aéronautes du siège de Paris sont emportés par les vents sur l'Océan et disparaissent; un jeune savant vient de périr encore de la même manière dans la Méditerranée : on n'a retrouvé que des lambeaux flottants...

Ce qui aggrave beaucoup le péril, pour un aéronaute entraîné sur la mer et qui ne peut espérer atteindre l'autre rivage, c'est la vitesse même avec laquelle il est emporté. Sur nos côtes, les barques, les navires, sillonnent la mer en tous sens : il y a donc mille chances que le ballon soit aperçu. Mais comment lui porter secours? S'il reste là-haut, on ne peut l'atteindre. S'il glisse, rasant presque la surface de l'eau, laissant traîner ses cordes, on va tâcher de les saisir. Un navire qui l'a vu se détourne de sa route; ou bien ce sont des barques

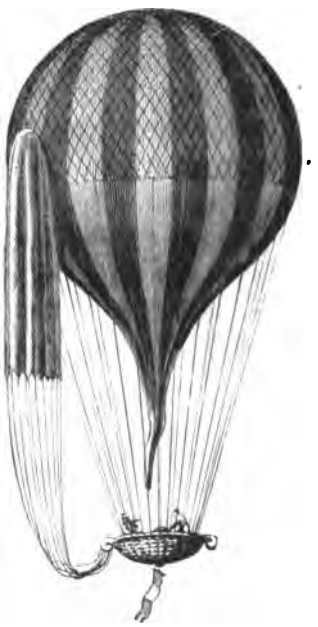


GREEN FAIT NAUFRAGE DANS LA MANCHE.

de pêcheurs qui font force de voiles et de rames pour aller à son secours. Mais quoi? le vent l'emporte, parfois avec une vitesse terrible que ne peuvent égaler le navire avec ses voiles ni la chaloupe avec ses vigoureux rameurs. Si on n'arrive pas à temps pour croiser juste son chemin et saisir la corde au passage, la corde qui fuit en battant l'eau, c'est fini : le malheureux ballon, échappant aux mains de ses sauveurs, s'en va se perdre au loin. — S'il pouvait du moins, tant qu'il se soutient au-dessus des flots, demeurer immobile tandis qu'on vient à son secours, alors il serait facile de saisir ses cordages. — Voilà ce que s'est dit un savant et ingénieux aéronaute, ce pauvre Sivel, qui plus tard devait périr pour être monté trop haut. Mais comment jeter l'ancre sur une vague? Vous souvient-il d'un objet de forme inconnue que nous observâmes, gisant à terre, tandis qu'on gonflait notre ballon? C'est, vous disais-je, le *cône-ancre*. Imaginez un grand sac pointu, en forme de cône, fait de forte toile, et cerclé à l'entrée par un cercle de fer qui le tient ouvert : un objet tout semblable à un filet à prendre des papillons, sauf la dimension et la solidité. Cela offre l'aspect d'un seau de toile suspendu à une longue corde; et en effet il s'agit de puiser de l'eau... Sivel lui-même fit l'expérience de son appareil. Un jour, il traversait en ballon le large pas du Sund, entre le Danemark et la Norvège. Mais il craignait de ne pouvoir atteindre le rivage opposé. Que fait-il? Il descend près de la surface de l'eau; il jette à la mer son *cône-ancre*. Le cône de toile attaché à l'extrémité du *guide-rope* se remplit d'eau; et maintenant voici le ballon, qui tout à l'heure glissait rapide, obligé d'entraîner à la remorque, malgré la résistance de l'eau, l'appareil alourdi. Le ballon s'arrête; il reste une heure là, presque immobile, doucement balancé par la brise, attendant que des pilotes, venant à passer dans les environs, portent secours au brave aéronaute et à ses compagnons. Eût-il voulu s'envoler de nouveau, l'ingénieux inventeur n'avait qu'à tirer une autre corde, attachée à la pointe du sac :

LE BALLON DE L'AÉRONAUTE SIVEL RETENU PAR SON CONE-ANCRE.

le sac se retournait, se vidait; l'aérostat déchargé se fût relevé dans les airs. Deux fois Sivel et ses compagnons, et dernièrement encore un jeune aéronaute emporté par les vents au-dessus de la Méditerranée, ont dû leur salut au *cône-ancre*, qu'aucun voyageur pouvant craindre d'être poussé sur la mer ne négligera d'emporter désormais.



PARACHUTE SUSPENDU AU BALLON.

Dès les premiers temps de l'invention des ballons, on pensa à employer, pour prévenir en cas d'accident le danger d'une chute précipitée, un appareil dont l'idée première est très ancienne : le *parachute*. C'est une sorte de voile ronde, formée de *demi-fuseaux* cousus ensemble, en tout semblable au *dôme*, à l'hémisphère supérieur d'un ballon. Au centre est un cercle léger de bois avec une ouverture; une étroite nacelle en osier est suspendue à l'appareil au moyen de cordelettes attachées au

bord circulaire de la toile. Le parachute, au repos, a l'aspect d'un parapluie fermé; étendu, celui d'un parapluie ouvert.— Mais peut-être connaissez-vous l'objet mieux que par une description, pour l'avoir vu sous la forme amoindrie d'un ces petits parachutes en papier de soie qui servent de jouets aux

DESCENTE EN PARACHUTE.

enfants, et se soutiennent quelques instants, gracieusement flottants dans l'air. Quand un aéronaute emporte un parachute, l'appareil est suspendu, fermé, les toiles repliées, sous la nacelle, ou bien encore à l'*équateur* du ballon. On coupe la corde : le parachute se précipite d'abord avec rapidité. Mais l'air refoulé s'engouffre sous les toiles, les déplie, développe l'appareil et le tend comme une voile gonflée. Ainsi étalé, offrant une grande surface, obligé de déplacer beaucoup d'air, l'appareil

éprouve une grande résistance à descendre : cela produit l'effet des ailes étendues d'un oiseau qui plane. La chute est ralentie. L'air comprimé qui gonfle en dessous les toiles s'échappe par l'ouverture du centre; sans cette précaution le parachute prendrait un mouvement de balancement incommode et même dangereux. — L'appareil descend doucement, flottant au gré de l'air, et se pose à terre sans choc trop rude. Ainsi que nous l'avons dit déjà, ce fut le brave aéronaute Garnerin (en 1802) qui, le premier, osa se fier à cette machine. Arrivé à 400 mètres de hauteur, il coupe la corde qui le retient au ballon... Une foule énorme était rassemblée; on vit avec émotion, pour la première fois, un homme se lancer dans l'espace, suspendu à une simple toile. Il arriva à terre sans accident; et depuis Mme Garnerin, sa femme, et beaucoup d'autres aéronautes, ont répété la même expérience. — Le parachute peut rendre des services en cas d'accident : si le ballon venait à crever tout à coup, par exemple, ou bien à s'enflammer dans les airs. Mais il a un inconvénient que vous comprenez très bien; c'est qu'on n'est pas maître de lui comme on est maître d'un ballon en bon état, bien pourvu de lest. L'appareil touche où le jette le vent; peut-être sur un arbre, sur une maison; peut-être au beau milieu de la rivière. On pourrait cependant, avec quelques précautions, diriger un peu sa chute.

CHAPITRE VIII

BALLONS DIRIGEABLES ET BALLONS CAPTIFS.

EXPÉRIENCES SUR LA DIRECTION DES BALLONS.

Je vous ai promis de vous dire un mot des efforts tentés pour arriver à *diriger les ballons :* je tiens ma promesse pour finir. Dès les premiers temps de l'invention, vous le savez, tout le monde avait conçu l'espoir de diriger dans les airs les *globes volants*, comme on disait alors. Et déjà des gens enthousiastes voyaient en imagination l'homme parcourir le ciel à son gré sur un vaisseau aérien, comme il traverse en tout sens les mers sur un navire docile au gouvernail. Non seulement on rêva, on imagina ; mais aussi on essaya. Bon nombre d'inventeurs attachèrent à leur aérostat des rames comme à une barque, des ailes comme à un oiseau ; ou bien encore, des roues, des *hélices* semblables aux grandes ailes d'un moulin à vent. Rien ne réussit. Mais tout d'abord il faut que je vous fasse bien comprendre en quoi consiste la difficulté, où est l'obstacle. L'obstacle, il est tout entier dans la vitesse et la force du vent. Si l'air était absolument calme et immobile, il serait facile de diriger un ballon ; avec des ailes ou des hélices, on pourrait toujours le faire avancer, lentement peut-être, mais enfin on irait où l'on voudrait. Le calme parfait de l'air est une chose extrêmement rare ; il n'y faut pas compter. Et le vent, si faible qu'il soit, court avec une grande vitesse : souvenez-vous qu'une brise légère parcourt au moins 3 ou 4 mètres par

seconde, — la vitesse d'un cheval lancé au grand trot, — emportant le ballon avec une égale rapidité ! Lutter contre ce léger souffle, déplacer en sens contraire un ballon ordinaire, est déjà chose impossible, tant cette vaste surface de toiles lui donne de prise, telle qu'une voile immense. Seulement pour lui tenir tête, à ce vent si modéré, lui résister et rester immobile, il faudrait une force très grande, une force de 10 ou 15 chevaux, peut-être davantage : et la nacelle ne peut porter que cinq ou six hommes !

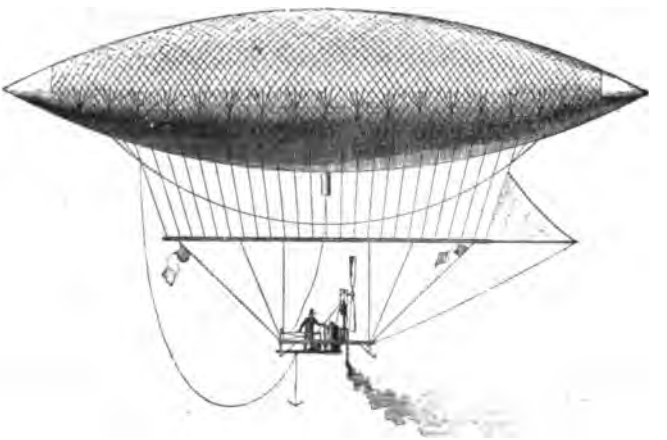
Maintenant souvenons-nous que le plus ordinairement, surtout dans les hautes régions de l'air, la vitesse du vent est double ou même triple, ce qui rend sa force *quatre fois* ou *neuf fois* plus grande... Je n'en dis pas davantage.

Mais qui donc songe à entrer en lutte contre la tempête? Ce qu'il était raisonnable d'espérer, on l'a essayé, dans ces derniers temps; et dans une certaine mesure on a réussi. La difficulté, vous la comprenez maintenant. Ce qu'il y avait à faire, donc, c'était de diminuer autant que possible la prise que la vaste surface de l'aérostat donne au vent, d'augmenter autant que possible la *force motrice*, c'est-à-dire la force qui met en mouvement les appareils destinés à faire avancer le ballon dans l'air, sans toutefois charger trop la nacelle. Celui qui a le mieux réussi jusqu'à présent, c'est un très habile et très ingénieux inventeur, M. Henry Giffard.

Tout d'abord, il se dit qu'il fallait changer la forme du ballon. Au lieu de cette vaste rondeur qui offre tant de résistance au passage à travers l'air, il donna à son ballon une forme très allongée et se terminant en pointe aiguë aux deux extrémités : forme qui rappelle la svelte structure d'un fin navire taillé pour couper les vagues, ou mieux encore celle d'un poisson destiné à se mouvoir agilement au sein des eaux. Ainsi construit, l'aérostat est mieux fait pour fendre l'air; et si le vent lui souffle en face, en sens contraire de sa route, il donne bien moindre prise à ce vent qui se brise contre la pointe, et glisse

en frôlant le long des toiles. Au filet qui enveloppe ce ballon allongé était suspendue, tout d'abord, une longue et raide barre de bois au lieu de cercle; puis, à cette barre, la plate-forme servant de nacelle.

Et maintenant quelle sera la force motrice qui mettra la machine en mouvement? L'homme est faible, son bras se fatigue vite... L'inventeur osa mettre dans sa nacelle une *machine à vapeur*, avec sa chaudière, son foyer, sa provision d'eau et



BALLON DIRIGEABLE DE M. GIFFARD. — EXPÉRIENCE DE 1852.

de charbon. Mais là-dessus n'allez pas vous figurer une énorme et lourde locomotive, que le ballon n'aurait pas pu soulever de terre : la machine de M. Giffard était toute petite, extrêmement légère (elle pesait 150 kilogrammes à peine), et d'une force extraordinaire pour sa petite taille : la force de 3 chevaux, c'est-à-dire à peu près celle de 20 ou 30 hommes! Cette machine faisait tourner avec vitesse une sorte de moulinet à trois ailes obliques « semblables aux ailes d'un moulin à vent », vous disais-je : c'est ce qu'on appelle une *hélice*. L'effet du tourbillonnement de cette hélice est de pousser en avant la nacelle, et par suite l'aérostat tout entier.

rabattent, parfois jusqu'à terre : vous vous souvenez des périls que courut l'aéronaute de Maubeuge et de Fleurus. En de telles circonstances une ascension en ballon captif peut être beaucoup plus dangereuse que ne le serait l'ascension *libre*.

Dans ces dernières années on a construit d'énormes ballons captifs destinés à donner à de nombreux visiteurs le plaisir de

EXPÉRIENCES DE BALLON CAPTIF.

planer quelques instants dans les airs, et comme un avant-goût des émotions d'une véritable *promenade dans les nuages*... Le plus grand et le plus beau de tous est celui que construisit en 1878 M. Giffard, l'inventeur du ballon dirigeable. C'était une œuvre immense, et vraiment magnifique. Imaginez une sphère parfaite, de 36 mètres de diamètre, contenant 25000 mètres cubes de gaz : c'est le ballon le plus grand qui ait jamais été construit[1]. Sa force ascensionnelle dépasse 25000 kilogrammes. Sa vaste nacelle ronde, en forme de balcon, peut contenir cin-

1. Voir le dessin du frontispice.

quante personnes. Non pas une simple corde, un câble énorme, comme celui qui sert à attacher un navire, retient le globe. Le câble s'enroule à volonté sur un *treuil*, c'est-à-dire sur une sorte de *bobine* proportionnée à ce gigantesque fil ; ou bien on le laisse se dérouler en faisant tourner en sens contraire la bobine. Et comme les efforts réunis de tout un régiment n'auraient pas suffi pour retenir le *grand captif* et le ramener à terre, ce sont deux machines à vapeur, de la force de *trois cents chevaux* chacune, qui le contraignent à redescendre en faisant tourner la bobine pour enrouler le câble ! Le vaste globe est rempli, non pas de gaz d'éclairage, mais *d'hydrogène* préparé suivant la même méthode qu'employa le physicien Charles, mais avec un appareil très perfectionné.

Pendant tout le temps qu'a duré *l'Exposition universelle* de 1878 et même plusieurs mois après, le grand captif installé dans la cour des Tuileries a fait chaque jour de nombreuses ascensions jusqu'au bout de son long câble. Pour une somme modique (20 fr.), des milliers et des milliers de voyageurs venus à Paris pour admirer les merveilles des arts et de l'industrie ont pu contempler un spectacle non moins merveilleux : Paris lui-même, l'immense Paris avec sa belle Seine qui se replie comme un serpent, les campagnes environnantes, leurs bois, leurs parcs, leurs châteaux, leurs villages : tout cela vu d'une hauteur de 600 mètres. Imaginez un soleil radieux, un air transparent et pur, l'horizon tout inondé de lumière... Eh bien, les *ascensionnistes* du ballon captif disent que c'est plus beau encore le soir au coucher du soleil, quand l'occident est en feu, et que la terre, sous le ciel resplendissant, paraît sombre ; alors qu'une vapeur légère efface à demi les objets terrestres, et qu'à travers la masse grise de la ville et sous les ombres brunes des coteaux de Meudon, le grand fleuve, réfléchissant les clartés rouges des nuages, semble un fleuve d'or ardent.

FIN

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION — Pages

Le ciel, l'air et les nuages 5

CHAPITRE PREMIER. — HISTOIRE DES BALLONS.

L'invention et les inventeurs. — Premiers voyages aériens. — Suite de l'histoire des ballons. — Les ballons du siège de Paris 31

CHAPITRE II. — CONSTRUCTION ET GONFLEMENT D'UN AÉROSTAT.

Dimensions d'un ballon. — Force ascensionnelle. — Construction. — Gonflement 63

CHAPITRE III. — LE VOYAGE.

Impressions du départ. — Les sons et les bruits en ballon. — Diminution de la pression de l'air. — Mesure des hauteurs. — Manœuvres de montée et de descente. — Effets de la diminution de pression sur les êtres vivants 92

CHAPITRE IV. — EN PLEIN CIEL.

Le froid des hautes régions. — Le vent et la route 122

CHAPITRE V. — DANS LES NUAGES.

Aspect et composition des nuages. — Effets de lumière dans les nuages. — Formation des nuages. — La pluie, la neige et la grêle 150

CHAPITRE VI. — A TRAVERS L'ORAGE.

L'électricité et les orages 190

CHAPITRE VII. — LA DESCENTE.

Les manœuvres d'atterrissage. — Les incidents de l'arrivée 199

CHAPITRE VIII. — BALLONS DIRIGEABLES ET BALLONS CAPTIFS.

Expériences sur la direction des ballons. — Les ballons captifs 17

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES

PARIS. — IMPRIMERIE ÉMILE MARTINET, RUE MIGNON, 2.

T 614

LIBRARY OF CONGRESS
0 013 398 643 1